# To Enrich Life

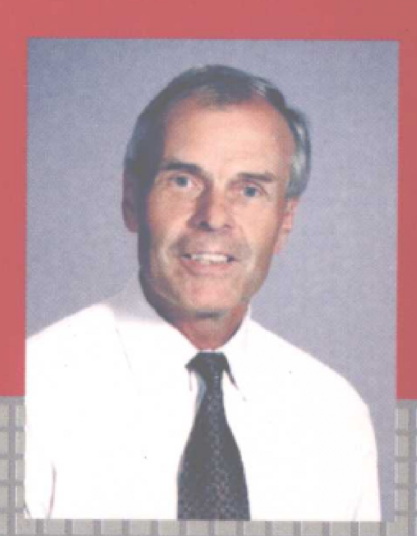
# 丰富人生

[德]克 劳 斯–佑 庚 · 巴 特　著
葛孝月 梁亚平 陈桂杰　译



四川大学出版社



## 作者简介

**克劳斯-佑庚·巴特**教授出生于第二次世界大战期间，在战后德国长大。20世纪60年代初期他独自一人离开家乡到西南非（现在的纳米比亚）务农，后来探险式地到南非，相继在金矿和筑路队工作，之后到开普敦大学读书，然后在加拿大和美国取得了硕士和博士学位，在拥有了许多不平凡的经历后最终成为麻省理工学院的教授。在麻省理工学院任教授期间，他创立了ADINA R&D公司，开发了著名的ADINA软件。ADINA软件目前在世界范围内被广泛应用于工程设计中的分析模拟以及自然物理现象的预测。在书中，作者讲述了自己的生活经历，如何长大和开拓事业，拥有通过自己的努力来创造丰富人生的梦想，以及如何发现和感受到了自己的幸福和成功。

ISBN 978-7-5614-4291-3




定价：26.00元

# To Enrich Life

# 丰富人生

[德]克 劳 斯–佑 庚 · 巴 特 著
葛孝月 梁亚平 陈桂杰 译



四川大学出版社




责任编辑：罗　丹
责任校对：刘　珺
封面设计：墨创文化
责任印制：李　平

**图书在版编目(CIP)数据**

丰富人生／(德)巴特(Bathe，K. J.)著；葛孝月，梁亚平，陈桂杰译. —四川：四川大学出版社，2009.4
书名原文：To Enrich Life
ISBN 978-7-5614-4291-3

Ⅰ. 丰…　Ⅱ. ①巴…②葛…③梁…④陈…　Ⅲ. 巴特，K. J.—自传　Ⅳ. K835.166.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 049676 号

书名　丰富人生

| | |
|---|---|
| 著　者 | 克劳斯—佑庚·巴特 |
| 译　者 | 葛孝月　梁亚平　陈桂杰 |
| 出　版 | 四川大学出版社 |
| 地　址 | 成都市一环路南一段 24 号 (610065) |
| 发　行 | 四川大学出版社 |
| 书　号 | ISBN 978-7-5614-4291-3 |
| 印　刷 | 郫县犀浦印刷厂 |
| 成品尺寸 | 165 mm×230 mm |
| 印　张 | 11 |
| 字　数 | 80 千字 |
| 版　次 | 2009 年 4 月第 1 版 |
| 印　次 | 2009 年 4 月第 1 次印刷 |
| 印　数 | 0 001～3 800 册 |
| 定　价 | 26.00 元 |

◆读者邮购本书，请与本社发行科联系。电 话:85408408/85401670/85408023　邮政编码:610065
◆本社图书如有印装质量问题，请寄回出版社调换。
◆网址：www.scupress.com.cn

积极的人生态度

强烈的责任感

正直

果断

热情

……通向实现成功的自豪感

# 致 谢

非常感谢已阅读过本书稿并给予宝贵意见的人，他们是我的家人：Zorka、Ingrid 和 Marki；ADINA R&D公司的同仁：Jan Walczak、Victor Lee、Nagi Elabbasi、Lay Tan、Tony Oberdorfer 和 Andy Bourne 等，特别是帮助我安排出版事宜的 Susan Cassidy。在此对他们提供的宝贵改进意见深表谢意。

——谨将此书献给我的家人和朋友

# Foreword for my book
# "To Enrich Life"

I am delighted that this book has been translated into the Chinese language. In this way my writing is now widely accessible in China, a country that I am very impressed with—as I also tell in this book.

I am therefore very thankful to my friends at Mr. Ge Xiaoyue（葛孝月）, Mr. Liang Yaping（梁亚平）and Mrs. Chen Guijie（陈桂杰）of Radux Inc. for having translated this book.

**K. J. Bathe**

Cambridge, MA, 2008

# 前　言



当我在加勒比海法属圣巴托洛缪岛（Saint－Barthélemy）的Saline海滩，向我的妻子透露想写一本关于我的人生经历的书时，她最直接的反应是："你为什么想写一本关于你的人生经历的书呢?"我简短地回答说："我非常想写。"

我又详细地解释说，通过写这本书，我想讲述我精彩的人生经历；通过写这本书，可以重新体验我人生中那些难忘的点点滴滴，而且我相信读者也会喜欢分享我的人生故事和想法。

但是，在这本书中我不会讲述我人生的每个细节，特别是对我的家庭和所爱的人不会做过多涉及。在这

本书中我将重点讲述第二次世界大战后我是如何在德国长大，如何离开德国，以及如何怀着“丰富人生”（我的人生和他人的人生）的梦想努力成长为一名工程师的。

正如我在书中所讲述的一样，自从上中学以来，贝多芬一直是我崇拜的偶像，因为他用美妙的音乐让自己的人生丰富多彩。当然，还有许多伟人通过取得重大成就点缀自己的人生。我的梦想就是尽我所能实现人生的价值。

我将在这本书中讲述我度过的那些美好时光和艰难岁月。然而，为了避免枯燥乏味，我将重点讲述我的童年趣事，以及那些让我印象深刻，影响、决定我的未来发展并最终让我拥有多彩多姿生活的重要事件。

虽然我那时年纪还较小，但对人生际遇中的这些重要事件仍记忆犹新，这也是我想趁不算太老时写这本书的原因。除了讲述这些有意义、小而有趣的事件外，我还会发表评论并提出自己的见解。在整本书中，我会全部使用真实的姓名、地点，尽量讲清楚这些事件的来龙去脉。

我谨将该书献给我的家人、朋友和其他可能对我的人生经历感兴趣的人。书中重点描述了我的职业发

展，您会从中了解到第二次世界大战后我是如何在德国长大；从学校毕业后如何离开德国；在20世纪60年代经历无数的冒险辗转到南非、加拿大和美国；以及如何成为麻省理工学院的教授，领导我的公司ADINA R&D。我在努力创造丰富多彩人生过程中与我的家人一同找到幸福并走向成功。

虽然我重点讲述的是我的人生故事，但在介绍当代的工程师是如何成功地创造丰富多彩的生活方面，我希望这本书也会尽到绵薄之力。

克劳斯一佑庚·巴特

美国圣路易斯

**2007年**

# 目　录

# 第 1 章　我的幼年时光

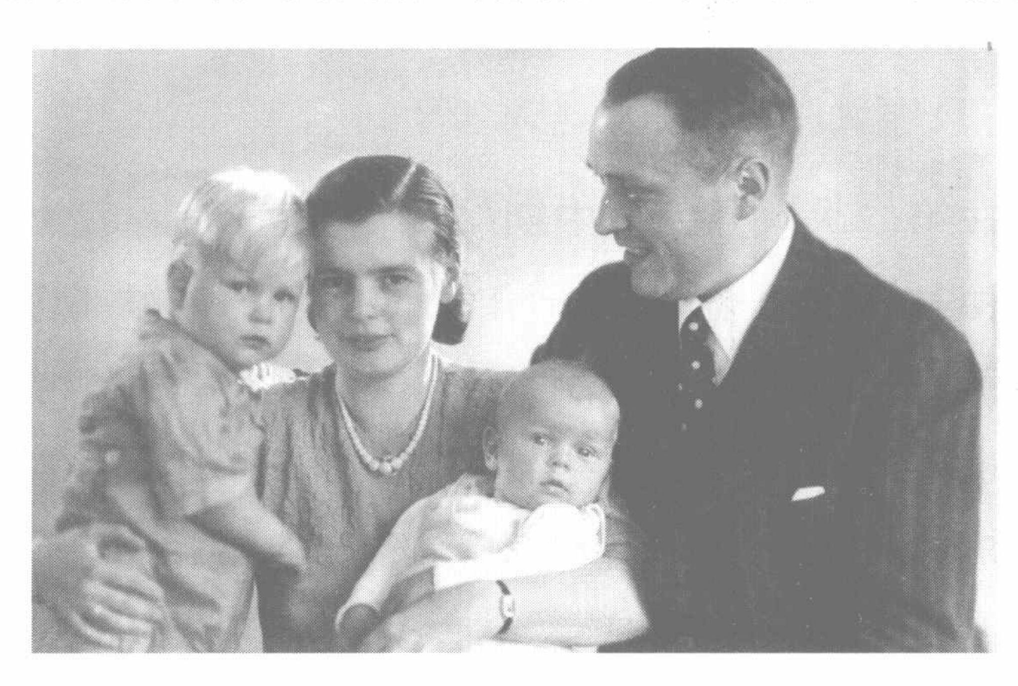
在第二次世界大战中期的 1943 年 5 月，我出生在德国柏林，比哥哥 Volker 年幼两岁，比妹妹 Ingeborg 年长 6 岁。我对当时的柏林没有任何印象。我早年的记忆都是在我年纪稍大后我慈爱的母亲所告诉我的情形。

母亲在 1998 年过世，她当时已有 84 岁高龄。在此之前她告诉我，我是一个非常文静的小孩，我几乎不会哭闹，通常都是在睡觉。在第二次世界大战期间，德国本身和德国所占领的土地自然受到了战争的破坏。一天，在 Lissa（现在波兰的 Leszno），我的母亲竟然忘了她的乖宝贝还躺在花园的婴儿车里面。在德国遭到又一次空袭时，我还在花园中熟睡。这种情况好像

已经出现过多次了。实际上，有时候我在花园中睡觉，大家都把我给忘了。

我的这种在重大事件发生时仍然保持熟睡的能力并没有持续很多年。尽管我在后来的岁月中确实能承受巨大压力，但在“压力期间”放松和熟睡的能力一去不返。

我母亲和她的两个孩子大部分时间都在柏林度过，而我的父亲则在俄国前线作战。我的外祖母在柏林战



我的父母、Volker（左）和我

败后不久死于饥饿。当然，我也无法回忆起她。之后，她的丈夫（我的外祖父）Günther Martini 离开柏林，最终在汉诺威附近一个称之为 Dinklar 的小村庄找到了安身之所。我一直非常崇拜我的外祖父。在第一次世界

大战期间，他曾是一名非常成功的海军高级军官，在任职期间指挥过许多大型战舰。从海军退役后，在希特勒上台前，他成了一名新闻记者。

我依然还记得他指挥过的许多战舰的照片，这些照片在我离家旅行时的一个夏天被我母亲无意中丢失或丢弃了。

然而，后来让我印象至深的是外祖父 Martini 强烈反对希特勒和德国纳粹党人。实际上，他也提醒过我的母亲（他唯一的孩子）希特勒将会做尽坏事。只是我的父亲和母亲当时正年轻，不幸被希特勒所迷惑，没有听进去外祖父的话。我的母亲实际上是出于对 20 世纪 30 年代那种激动人心的生活的敬畏，但父亲却冷静地参加了德国的新运动。他只是后来才认识到希特勒的可怕本质。我无法理解父亲为什么用了那么长时间才认识到希特勒对德国和世界的罪恶行径。

我的祖父去世得很早，我只见过他的照片。他曾是一名中学教师，获得过博士头衔，这在 20 世纪初期是一项令人荣耀的成就。他的妻子（我的祖母）是一个非常温和、虔诚和体贴的人。我在十多岁时，和她建立了一种非常特殊的关系，我将在后面的章节对此进行描述。

我的外祖父 Günther Martini

我母亲曾多次告诉我，她是带着我哥哥和我乘坐柏林到德国西部的最后一趟列车离开柏林的。这趟列车只运送妇女、小孩和受伤人员，清楚地标记为红十字列车。但是，在去德国西部的途中，列车遭到英军战斗机的扫射攻击。当列车停下来时，乘客都拼命地逃到森林中。我母亲亲身经历了这次侵袭。我们很幸运地到达了西部，在这里和朋友们住了一段时间后，最后在离 Dinklar（我们的外祖父曾在这里找到安身之所）不远的 Borsum 的一个农场定居下来。这些村庄靠近下萨克森的省会汉诺威。

我记得在 Borsum 的日子过得非常艰苦。通常我们只能吃甜菜、马铃薯和像菠菜一样的荨麻，一个星期可能只吃一个鸡蛋，根本没有其他食物可吃。

第二次世界大战后初期，我妹妹 Gisela 出生了。因为 Gisela 身体变得越来越虚弱，如果没有更好的食物，她无疑活不下去，所以母亲想方设法弄食物，甚至到英军守备部队去乞讨。但是驻地官员却拒绝提供任何帮助，结果 Gisela 出生后不久就离我们而去了。

英国士兵的这种做法让我们非常伤心。虽然我知道德国是使广大人民遭受所有痛苦的根源，但是我仍然不明白为什么战争已经结束，那些士兵还是不肯从

人道角度上帮助我母亲和妹妹。我从这里认识到，在生命中怀有一颗宽恕之心非常重要——尽管做起来可能很困难——但这样做能够丰富我们的人生。

虽然我的人生有这些经历，但我对英国人民绝无任何恶感，并且还和许多英国人成了朋友。实际上，很显然英国对这个世界上人们的生活作出了重大贡献，包括它在两次世界大战中所付出的努力和牺牲。

我的父亲曾学过法律。他的第一份工作是在新成立的德国政府中当办事员，但后来步步高升，最后晋升到一个非常受人尊敬而且收入颇高的职位，称之为Ober－regierungsrat。这意味着我们大约每3年就要搬一次家，首先到Sarstedt，然后到汉诺威，再到Osnabrück，最后到Oldenburg i. O.（我从这里的中学毕业，然后离开德国到其他国家）。但是在讲述这些年的情况之前，我还将讲述一些我在德国成长的经历。

# 第 2 章　在德国长大

Sarstedt、Osnabrück 和 Oldenburg i. O. 市均位于离汉诺威市不远处的下萨克森省。

## 2.1　在汉诺威的一些趣事

对在汉诺威度过的时光，我记忆犹新。我们居住在战争期间没有被摧毁的一幢公寓的底楼。公寓周围满是废墟，我们只能在破房子和附近的森林里玩耍。我们与美国印第安人玩得非常开心，我们每个人都想成为卡尔·麦（Karl May）故事中的伟大印第安领袖 Winnetou。



Volker、Ingeborg 和我

发生在汉诺威最有趣的事是关于我的外祖父 Martini 的。他送给我和比我大两岁的哥哥每人一辆自行车作为礼物。我的自行车是红色的，我非常喜欢它。

在此之前，我们必须按小时租自行车，也就是说我们只能偶尔骑自行车出去玩。现在，我们有了自己的自行车，可以整天在 Maschsee（汉诺威的一个湖）和 Eilenriede（汉诺威的一个森林公园）周围骑了。这种感觉真的好极了。外祖父必定存了很长时间的钱来买自行车，因为他只有非常少的津贴。

我哥哥 Volker、妹妹 Ingeborg 和我在德国长大。遗憾的是，不久后，外祖父去世了。我非常难过。我们非常崇拜他，直到现在也是如此。他的照片挂在我麻省理工学院的办公室里，也摆放在我马塞诸塞州贝尔蒙特镇的家中。

发生在汉诺威最糟糕的事全因为我。我在上五年级和高中一年级的时候成绩非常差，尤其是英语。在英语专业考试中，我根本不认识英语单词。在 1954 年德国取得足球世界杯胜利的时候，因为崇拜伯尔尼的足球英雄——弗里茨·沃尔特（Fritz Walter）和赫尔穆特·昂（Helmut Rahn），在考试前，我仍兴奋地跟朋友们一起踢足球。那时，踢足球比学习和记枯燥乏味的英语单词有趣多了。结果，我的英语考试不及格，必须重考。

为了维护我个人的一些尊严，在学年结束之前，

我被送到北海的 Wyk of Föhr 岛。我在那里呆了四个多星期，因为我需要海洋空气治疗我的青春痘。

我喜欢呆在这个岛上，在那里每天下午 4 点，我可以吃到大片的面包和果酱，并且可以随便吃，我有时真的吃得过多！在这里，我也是第一次被美女吸引。但是，除了交流一些笑容和友好的谈话外，别的一无所获。因为我们还只是十几岁的青少年。

此后，在 Osnabrück 和奥尔登堡的这些年发生了许多重要的事件。

## 2.2 令人兴奋的旅行

我和哥哥都喜欢骑自行车，因此我们能够欣赏到更多德国北部的风光。1958 年，我和哥哥还骑自行车去了更远的地方。暑假期间，我们骑自行车去了荷兰和比利时，并观看了布鲁塞尔的世界展览会。最吸引我们的是原子塔（Atomium）、美国和俄国展厅。那时俄国刚发射了第一颗人造地球卫星，也是宇宙中的第一颗人造卫星。

我俩每人每天只能花 4 马克（约 1 美元）购买当

天所需的食品，以及支付露营费和通行税。所以我们很节省，只会购买面包、黄油、果酱、牛奶和一些水果。我记得我们喜欢骑自行车去乡村，那里有清新的空气和美丽的田野。在停留地，我们可以吃到最美味可口的带有黄油和橘子果酱的大块面包。我还记得我们露宿在周围有奶牛的农场地上，晚上被蚊虫咬醒，甚至蜷缩到我们的睡袋中也无济于事。

几天后，我们又到了北海附近的一个露营地，非常幸运的是，我们只需花很少的费用就可以吃到美味的烧烤大餐。这晚我们尽情地享用了这顿丰盛的大餐。用餐后我们非常高兴地回到我们的小帐篷。但在深夜，我偶然醒来，惊讶地发现哥哥紧挨着我坐着。我问他："你为什么不睡觉？"他回答说："我不能躺下，因为我吃了太多的烤土豆！"他确实吃得太多，远远超出了我们平时的饭量，我俩开心地笑了。

这次旅行是一次令人惊喜的体验，外面的世界充满神奇美妙的色彩，更加诱使我想去更多的地方旅行，向往更多的美丽风光。当然，骑自行车之旅不能带我到太遥远的地方。因此，在下一个长假，我开始搭便车旅行。哥哥没有加入我的旅行，他比我大两岁，已经完成了十年的学业，到警校工作去了。

1960年的暑假，我和校友 Klaus-Uwe Prehm 搭便车旅行到南斯拉夫，从里耶卡乘船经过黎巴嫩的贝鲁特到达埃及的亚历山大，然后搭便车到开罗，看到了金字塔和其他历史遗迹；经过埃及的阿拉曼和 Mersa Matruh，搭便车到利比亚的 Banghazi，并最后到达的黎波里。当我们沿着北非旅行时，在狭长的沙漠延伸路段，所有人的热情友好给我们留下了深刻的印象。我们经常被邀请到村庄里的贝都因人帐篷和石屋做客，坐在漂亮的毛毯上喝茶，看着主人从高处将茶倒入小玻璃杯中，然后在茶中放一些糖。虽然我们几乎不能互相交谈，但我们深深感觉到了主人的热情好客。

在阿拉曼最有意义的事情是参观各种第二次世界大战纪念碑。大战期间，在这里进行了激烈的战斗，那时我知之甚少，通过参观我知道了第二次世界大战的历史。在公路旁，我们还发现了战争的纪念物，比如各种仍然保存完好的钢盔。

在大约两星期内，我们从来没有睡在帐篷里，总是被当地人邀请到家里做客，受到欢迎的感觉真好！

但时间很紧迫，因为我们学校的暑假只有6个星期，所以我们必须尽快赶到的黎波里，然后迅速回到

德国北部的学校，赶在开学之前结束我们的旅行。幸运的是，我们居然还剩下了一些钱，可以买飞机票飞到西西里的卡塔尼亚，这会为我们节省不少时间。这是我第一次乘飞机旅行，感觉美极了！之后，我们从卡塔尼亚搭便车，匆匆忙忙经过意大利和阿尔卑斯山到达德国北部，刚好是在开学的时间到达。

这次愉快的旅行之后，每个长假我都会搭便车旅行。就这样，我多次去过法国，尤其是巴黎和蓝色海岸；也去过西班牙的马德里、巴塞罗那、格拉纳达；还去过摩洛哥，包括卡萨布兰卡和马拉喀什，以及意大利的许多地方。我清楚地记得第一次看到许多城市时的情景，我如何步行数小时穿过这些城市，以及如何渴望看到纪念碑、林荫大道和当地的人民。但让我记忆最深刻的还是那些在旅行途中让我搭便车的人们和沿途以其他方式对我非常友好的人们。我可以讲出很多这方面的经历。

有一天，我在意大利的海滩上休息，身上几乎没钱了，那时，我碰巧遇见了一位年约 60 岁的女士。简单闲聊后，她邀请我去她家里。她家是一间石屋，虽然老旧，看上去很不起眼，但却很吸引我。石屋离海滩很近，她独自居住在里面。她邀请我去她家住了几

晚，晚上我和她聊天（她只喜欢聊聊天）。我在这里住得很愉快，吃得很好，每天在海里游泳，能在真正的床上舒服地入睡，感觉好极了！

在这些旅行期间，还有许多其他非常愉快的体验。我搭便车旅行时，总会碰巧受到好心人邀请。就这样，在巴塞罗那、卡萨布兰卡和巴黎等大城市中，每次即将“弹尽粮绝”时总会遇到非常热情的家庭。他们每个人对我都很友好，非常关心我。在巴塞罗那和巴黎，我遇到的每个家庭中都有一个漂亮的女儿，在几周内，我的西班牙语和法语水平明显提高！一个人的旅途原本很孤单，但我从来没有感到过孤独。

我必须提到另一件永远不会忘记的事。一位来自巴黎的年轻医学博士在西班牙载上我。他的 2CV Citroen 车厢里装满了香甜可口的桃子。我乘坐他的“Deux Chevaux Citroen”车，穿过美丽的西班牙和法国乡村，我们一边吃桃子（我很喜欢吃水果，现在也是!)，一边聊天、唱歌，一直到巴黎，这种感觉棒极了！

## 2.3　学校教育中的重要事件

在前面我曾提到过，我必须重修第五学年的课程。在那时，我把主要精力集中在体育运动上，而没有认真学习。我试着（甚至利用课间休息时间）补习功课，但效果并不好。在七年级时，父亲决定把我从高级中学（德国的高中）转到普通中学去读书。这意味着我最终不能上大学，而是像我哥哥一样，在学校读完十年级后就参加工作。

这些年来，我的祖母住在一个旧房子里，由修女们照顾。祖母信奉宗教，她的个子娇小，声音非常柔和。她每天都会在家里的内花园祈祷许多次。我每周去看她一次，并带她去购物。实际上，我相信她只是想每周至少看到我一次，因为有时除了泡菜，我们几乎什么都没买。我很爱祖母，记得我们有许多次沿着公园散步，我挽着她的胳膊，告诉对方这周内所发生的事情。她非常关心我的功课，问我是否做完了家庭作业，学习是否跟得上。

无疑，我父亲最听祖母的话。有一天，祖母告诉

父亲必须把我送回高级中学读书，没有商量的余地！让我惊讶的是，父亲立即遵照执行。在读了两年普通中学后，我被送回了高级中学。这是我成长中的关键时刻。如果我当年没有回到高级中学的话，我是不可能上大学的。祖母相信我的能力，给我的生活指引了正确方向。我努力学习，把丢掉的功课补上，并开始喜欢上学习。

祖母的关爱和远见给我留下了深刻的印象。她给我指引了一条良好的发展道路，目的是让我过上满意的生活。我非常感谢我的祖母，并相信她的祈祷赐给了她力量，引导她敦促父亲把我送回高级中学。我后来所接受的教育为我丰富人生提供了基础。

不幸的是，在我接下来的一个假期旅行期间，祖母去世了。我仍然记得，在回家的路上我还在想她，心里深深地感觉她可能出了什么事。在这次旅行期间，我没有与家里联系，因为电话费实在太过昂贵。

## 2.4 在奥尔登堡的岁月

高中的最后三年我搬到奥尔登堡。在学校假期期

间，我继续到远方旅行，当然是搭便车旅行。但在学习期间，我的学习成绩很好，我真的越来越喜欢学习了。我最要好的校友是 Gerhard Naujoks。他喜欢讨论和学习，尤其喜欢哲学。我也喜欢哲学，我们在一起讨论许多哲学问题。遗憾的是，由于没有时间，在接下来的几年中我不能继续与他讨论哲学问题了。

我学习积极性提高的主要原因是因为我高中时的班主任 Fuchs 先生。他是我们差生班的德语老师，我们需要写历史和体育方面的长篇论文。他的组织能力不是很好，根本没有按时布置作业和及时收回作业，而且也不能很好地解释分析问题。但他待人很好，对学生非常了解、热情、体贴，善解人意，并让我树立了要成功的目标。在这方面来说，他是最好的一位老师。

Fuchs 先生也是我们的体育老师。我擅长运动，但体育成绩却不是很好。但是，他看到我热爱体育，喜欢挑战，所以给我的分数总是“优秀”。当时是很难得到这个分数的，我对我的体育成绩非常满意。令我高兴的是，我现在得到了“外界的认可”。但更重要的是，我懂得了两条生活宗旨：第一，如果一个人很努力，那么应该以某种方式嘉奖这种努力，就像我体育

不是“很好”，但我很努力，所以老师给了我“非常好”的分数；第二，个人的努力即使没有得到外界的认可，也必须满意自己做出的努力。我们都有同感，只有付出了努力，才会得到丰厚的回报。比如我，体育老师即使不给我这个分数，我也会为我在体育方面的努力感到高兴。当然，对于外界来说，往往更注重努力的最终结果，而不关心努力的过程。

在学校有一件对我的生活至关重要的事情，发生在必须作为一门独立课程学习的古典音乐课上。我不喜欢古典音乐，却被老师要求学贝多芬的第二交响乐。起初，我一听这段音乐，就觉得非常无聊。但很快我开始喜欢这支交响乐，并最终爱上了它。我甚至在家整天听贝多芬所有的交响乐，以致父亲开始抱怨，因为他喜欢听其他的音乐，比如瓦格纳的作品。这件事告诉我，尽管我最初不喜欢“某些东西”，但一旦试着去培养兴趣的话，最终就可能会产生兴趣。事实上，我就是这样培养了对音乐的热爱。因此，尝试努力也可能很值得！

在了解贝多芬的事迹和学习他的音乐后，我非常崇拜他。我崇拜他即使耳聋了还能独自写出如此伟大的作品。在我的生活中，他的成就给了我很大的鼓舞。

我总是在想，我通过努力只要取得他伟大成就的很小一部分就足矣。

但我也认识到，要实现生活中的某些目标，必须要以坚决、冷静和友好的方式付诸行动。我请求德国政府出资让我去美国参观。那时，去美国旅游和居住是许多德国年轻人的梦想。第二次世界大战后，美国因为帮助德国而受到德国人民的尊敬。美国是一个充满机遇的国家，我渴望看看和了解这个国家及其人民。

然而遗憾的是，尽管我递出了申请，却没有得到德国政府的任何回复。在高中去柏林旅行期间，一天晚上，我和我朋友去看歌剧，在幕间休息过程中，我突然看到了著名的商贸部长 Ludwig Erhard 正和随行人员聊天，他后来任德国首相。我立刻决定去见他，询问他有关申请的事情。我悄悄来到 Erhard 的面前，非常友好地看着他及其周围的所有人，然后向他介绍我是一名来自奥尔登堡的高中生，并把我写给德国政府的申请告诉了他。他认真友好地听我说话，然后拿出小笔记本，问了我一些问题并做了记录。几天后，我竟然收到了德国政府的回信，只可惜我的请求并没有得到资助。但令我高兴的是，这么快就收到了回信。这次经历告诉我，采取正确的行动可能会非常有用。

在学校，一切都进展得很顺利，学校假期期间的旅行最吸引人。但是，如果我有更多的钱，旅行会更加舒服。父母只能给我少量的钱，而且我又喜欢买各种奇异水果和特色小吃。因此，我决定挣些钱。于是我开始在超级市场封装瓶子；在奥尔登堡运河港口的船上卸谷物袋；在火车站的货车上卸香蕉。这些都是体力活，挣不到很多钱。后来我决定去教书（主要教数学），也就是给需要帮助的同班同学补习，按小时收费，这样要挣得多些。这样工作的确不错。看到他们的孩子在学校表现很好，那些父母非常高兴，给我很多钱。现在，我自己有一大笔钱了，可以买我喜欢而父母不能给我买的东西。

必须解释一下给人补课的另一个好处，那就是可以让自己更深刻地了解学习科目。结果我越来越喜欢学习，成绩开始超过其他学生。在高中毕业时，我被评为最优秀的学生。爸爸妈妈都为我感到自豪。但我首先想起了我的祖母，我非常感谢她：感谢她相信我，并坚持让我读高级中学。她在天堂也一定感到很自豪！

实际上，我没有参加高中毕业典礼。因为我的课程和笔试成绩突出，不用参加常规口语考试。我等不及要去旅行了，1963 年 3 月，我去了南非。我对考试

的结果或获得什么奖不感兴趣，到世界更多的地方去观光旅游才更令我兴奋。父亲去替我领了毕业奖，我听说他为儿子感到无比的骄傲。

## 2.5 离开德国——但我的心却从没有离开

高中毕业后，我需要制订接下来的计划。我热爱学习和到世界各地旅游。我还认识到，知识对于我来说将是过上好生活的基础。

在这些年间，德国已开始建立新军队，并规定年轻人必须服兵役。虽然我尊敬那些在第二次世界大战期间英勇作战的军人，但我和所有的德国年轻人一样，鄙视希特勒及其同党，不理解为什么德国会卷入战争和如何能发生那些暴行。当德国得到西方国家的同意，开始建立新军队时，我反对这支军队，不准备服兵役。所以我必须走，并且我也想去世界各地看看，于是我决定移民。

我在西南非（现在的纳米比亚）有一些亲戚，我正好可以去探望他们。我父亲是一名在德国政府工作的律师，他建议我去一趟法院，询问我是否可以“自

由移民”。正如他所料，法院毫无疑问地批准了我的请求。我可以随时去南非。在接下来的两年中，德国政府只与我母亲联系过一两次，看我是否已回来了，是否还会服兵役。由于他们一直没有我的消息，后来就放弃了。

因为我给同班同学补习存了不少钱，这些钱可以用来支付后来的南非之旅。我先坐火车和乘船到达伦敦，在一家青年旅馆呆了几个晚上。我的英语很差，因为我在高中时主要讲法语，法语是我比较喜欢的一种语言。实际上，由于我的英语很差，当我到达青年旅馆时，前台人员告诉我“请保管好您的行李”（leave your luggage where it is），我没有听懂，因为单词“离开”（leave）和“居住”（live）特别容易混淆。

于是，我努力学英语。为了快速学习语言，我决定整段整段的背诵。这些段落全部选自《读者文摘》中的故事。几个月后，我的英语水平提高得很快。

我喜欢游览伦敦。我穿过大街、公园和大桥，到达教堂、大英博物馆、科技馆和傅科摆。在伦敦呆了几天后，1963 年 3 月，我从英国南安普敦乘船到南非开普敦。我想在非洲南部呆一年左右，然后回到德国。

我希望在德国读电子工程大学，然而事与愿违。

我离开德国，再也没在那儿生活过，但内心里我仍然是一个德国人。我曾多次返回德国访问、演讲和进行其他活动，有时一年三次甚至多次。但这些访问发生在我的南非之旅多年以后了。



# 第3章　难忘的五年南非之行



乘船从南安普敦到开普敦大约需要10天左右时间。途中我的主要活动是学习和练习英语，我尽量与一位苏格兰青年交谈。只是后来我才发现，他说的英语让很多英国人都几乎听不懂。

不久，我到达了舒适安逸和令人兴奋的开普敦。

## 3.1　开普敦和西南非之行

一到达开普敦，我立即就爱上了这座城市：漂亮的桌山（Table Mountain）、美丽的街道、绿色的草坪

和多彩的花卉、友好的人民，当然还有海滩。在游览观光的这几天，我选择住在靠近海角（Sea Point，一个海边郊区）的一个小房间里。

出于好奇，我去参观了开普敦大学，虽然这里并不是我原计划就读的那所大学。一进校园我马上就爱上了这所大学：红砖建筑、绿色环境，位于桌山之脚，可以饱览到 Rondebosch 和更远处的美景。我在这里度过了一段美妙的时光。

在这些日子里，我参观了给我留下深刻印象的星期天教堂（Sunday Church）。我在南非的这些年保持了时常去做礼拜的习惯。

在德国时，我们通常是全家人在星期天早晨去新教堂做礼拜。虽然我基本上听不懂牧师在讲什么，但我养成了做礼拜的习惯。我开始相信，我们周围所有的美好生活，一定是有人指引我们去实现。但我从来没有深入思考过上帝为何存在这个问题，只是相信其存在，它给了我好好生活下去的鼓舞和力量。在教堂美妙的音乐和歌声中，我感谢上帝保佑我平安到达开普敦，保佑我在今后的日子中平安幸福。我祈祷上帝——就像此后我很多次在安静的教堂中做礼拜一样——赐予我力量做一些对生命有意义的事情，就像

贝多芬给予我们的小礼物一样。

我在开普敦过了几天后，打算搭便车去西南非（现在的纳米比亚）。我口袋里只剩下大约 10 兰特（当时大约 10 美元）。但是我非常幸运，两个钻石商让我搭上了他们的一辆大型美国汽车。他们正前往约翰内斯堡，乘车大约要 2 天时间。我坐在后座上，享受着乘车的乐趣，他们将自带的美味水果与我分享。

我们白天开车旅行，我告诉他们我是谁，以及我到温得和克（西南非的首都）的计划。当夜幕降临时，他们邀请我一起吃晚饭，并为我支付了旅馆的房费。第二天，我们到达了岔路口，我要往左转到温得和克，他们继续右行至约翰内斯堡。在分手时发生了一件更令我吃惊的事，他们给了我到温得和克的足额车费和一些零用钱。我非常高兴，对他们表示了感谢。当他们离开后，我转到拐弯处继续搭乘便车。

一位驾驶着空车（未装货）正好返回温得和克的司机载上了我。到达温得和克后，我又搭便车到戈巴比斯（Gobabis，温得和克以东大约 200 公里的一个小城市），然后继续南行大约 100 公里到达我亲戚 Alabama 的一个农场。

他们非常热情地欢迎我，但对我从开普敦到这里

只用了不到 3 天时间感到很惊讶，因为乘火车或坐汽车也要用大约相同的时间。

## 3.2 在西南非的农场

我祖父的兄弟 Ludwig Franzius 和我的叔叔 Lutti 在第二次世界大战后几年定居在此并开办了这个农场。农场面积很大，约有 70 平方公里，饲养了大约 2000 只卡腊库尔大尾绵羊和 500 头家畜，还喂养了很多小鸡。农场周围不时有野生动物出现。

农场的生活让我感到非常兴奋。我要早起帮忙喂养这些动物。我学会了如何挤奶和切牛角，甚至还学会了开车。我们还要出去打猎，但我自己不想也从来没有打死过动物。

我还清楚地记得我是如何获得驾照的。我在农场练习了几个星期，就想取得驾照，以便能够驾车到戈巴比斯和温得和克。所以我到离农场不远的警察局参加驾驶员考试和获取驾照。我到达了警察局，并受到非常热烈的欢迎。因为警官得知我是刚从德国来的，能告诉他们德国那边的消息。我们聊了一个多小时。



在西南非的农场帮忙



然后我提醒警官我是来考取驾照的。他看了看我问道：“哦，我猜想你很会开车吧？”我回答说：“嗯，当然会开了。”这段对话就是我的全部考试过程。之后，警官就给我发了驾照，我如愿以偿高兴地驾上了小型农用卡车。

后来去比勒陀利亚的途中，我在倒一辆新车时撞上了一棵大树，我这才认识到原来我学驾驶都是在空旷的农场周围，在那里的泥土路、农场草地和灌木丛附近是不需要驾驶技术的。

我在农场里干活非常的开心，一天我被叫去给另外一个农场帮忙。那里的农场主需要帮手。我搬进了

S. W. A. 695

Suidwes-Afrika　　№ 08837 K　　South West Africa

Padverkeersordonnansie, 1961.　　Road Traffic Ordinance, 1961.

Bestuurderslisensie (Art. 53)　　Driver's Licence (Sec. 53)

Klas motorvoertuig ten opsigte waarvan lisensie toegeken word.　　Class of motor vehicle in respect of which licence granted.

Light Vehicle

Noodsaaklike wysigings van voertuig:　　Essential modifications of vehicle:

Dryfkrag　Petrol　How driven.
(Petrol, Diesel, Stoom of Elektrisiteit / Petrol, Diesel, Steam or Electricity)

UITGEREIK AAN:　K. J. Bathe　ISSUED TO:
Familienaam　Bathe　Surname.
Voorname　Klaus-Jürgen　Christian Names.
Adres　Plaas Alaxanda P.S. Kobabis　Address

Bedrag betaal　R4—　Fee paid.
Kwitansie Nr.　283898　Receipt No.
Bevoegdheidsertifikaat　Nr. 22/8　No. Certificate of Competence.
Datum　22/4/63　Date.

Klaus Jürgen Bathe
Handtekening of regterduimafdruk van Bestuurder.
Signature or right thumb print of Driver.

Lisensie word hierby aan bogenoemde persoon wie se foto en handtekening of regterduimafdruk hierby verskyn, toegeken om 'n motorvoertuig van bovermelde klas te bestuur.

Licence is hereby granted to the abovenamed person whose photograph and signature or right thumb print appear above, to drive a motor vehicle of the class described above.

27 APR 1963
WINDHOEK
SOUTH WEST AFRICA
RECEIVER OF REVENUE
Datumstempel / Date Stamp

Registrateur / Registrar

Distrik　Windhoek　District

ENDOSSEMENTE　　ENDORSEMENTS

我在西南非取得的驾照

一间屋子，每天在农场里忙碌很多个小时。但是在早晨去吃早餐之前，我总是在背诵《读者文摘》中的故事。我通过努力背诵故事来提高英语水平。当然，我们在农场还是讲德语，但我想尽快学好英语，因为我认为掌握英语非常重要。

一天，农场主问我是否愿意留下来管理农场。我感到非常惊讶和荣幸，但我谢绝了他的好意。其后不久，叔叔过来告诉我，他们都非常喜爱我，但却无法给我一份收入丰厚的工作。他知道我想攒钱上大学。他认为我去投靠他在南非比勒陀利亚的女儿和家人可能情况更好，在那里能找到一份收入更高的工作。我叔叔是一位非常好的人。所以在离开了西南非后，我非常难过，常常想起他们，但同时我也很兴奋，能领略到更多非洲的景象，并且继续改善境况。



## 3.3 在金矿做工

为了能支付上大学的学费，一到达比勒陀利亚的亲戚家，我就开始寻找能挣到足够的钱积攒下来的工作。我的英语口语现在也相当不错了。

**RECORD OF SERVICE FOR EMPLOYEES ON MINES**

Surname and Names: BATHE. Klaus Juergen.

Date and Country of Birth: 5.1943. Germany.

Last Occupation: New to Industry.

Signature of Holder: Klaus Jürgen Bathe

Class and No. of Pneumoconiosis Bureau Certificate (Initial, Periodical or Special): M 4092

Pneumoconiosis Board Case No. (in case of "Beneficiary"):

No. of Blasting Certificate (in case of Miner) (Provisional or Permanent): Date of Issue:

No. of Certificate (in case of Engine Driver): Date of Issue:

| ENGAGE-MENT No. (Type) | MINE (Stamp) | OCCUPATI (Type) (No. of shifts worked in a "Dusty A against each) |
| --- | --- | --- |
| 1. | East Geduld Mines, Ltd. | Learner Official. |

我在 East Geduld 金矿的务工记录

我发现了两份适合我的工作，一份工作是看管运动场，还有一份工作是去金矿做工。我应征了金矿中的“学徒”，部分原因是我非常好奇想了解贵重金属是如何开采的。我以前曾听说过采矿过程，现在终于有机会实际体验了。

我和矿工们搬到一个住处，在这里我们共用一间大客厅，有属于各自的卧室。我是和白人矿工住在一起。他们都很友好，精力也比我充沛得多。轮班对我来说非常辛苦，因为在白天或晚上休息的过程中，矿

工在客厅里很吵，然后其他时间又要上工，根本没有足够的休息时间。

到约 3000 米深的矿井中让我印象最深刻。我乘着电梯下去，这是我乘过最长的电梯。我看到了如何用铁锤在狭小的空间打碎含有金矿脉的岩石，然后在备有空调装置的迷宫式主坑道中运输矿石。主坑道下面有主侧隧道，狭窄的通道一直延伸到挖掘含有金矿的岩石的前方，真的就像一座隧道迷宫。但是，我的工作非常乏味。我的任务就是看着不时经过的小矿车，检察矿车中的岩石是未装满、正好装满还是过满，然后将检察结果填到表格上。

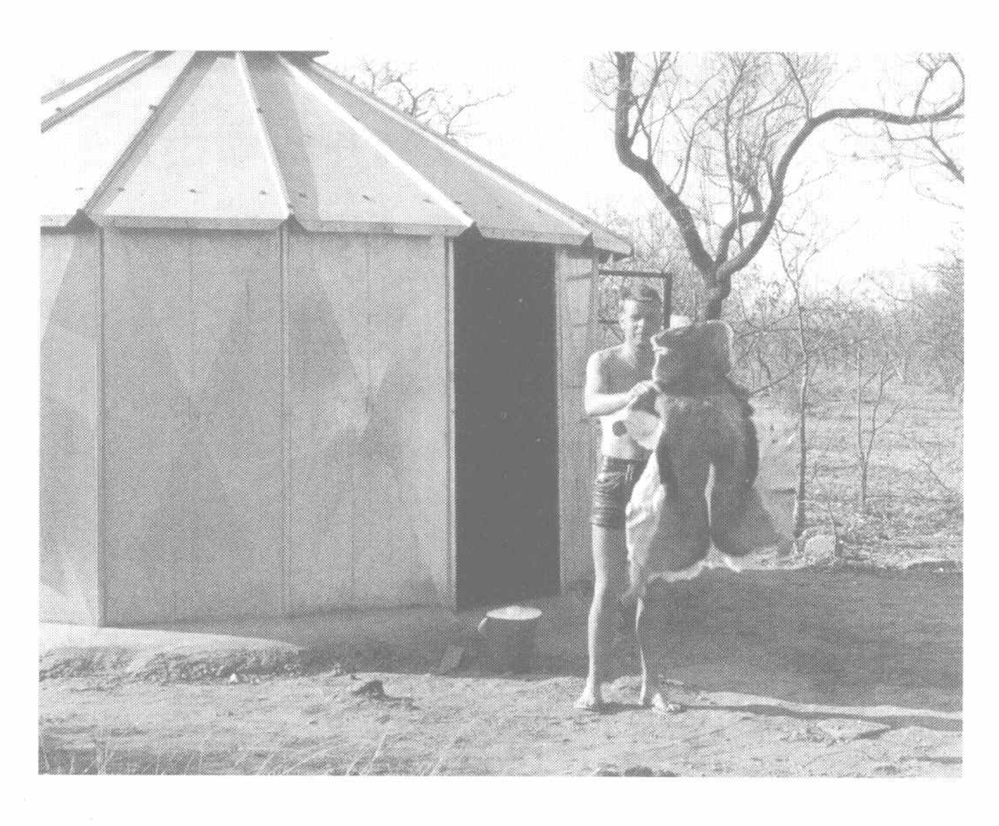
我不喜欢这份工作，所以又开始寻找其他工作机会。干了大约两个星期的活后，不久，我就非常幸运地找到了一份筑路的工作。

## 3.4 筑路工作

当时一家德国公司正在离斯威士兰（Swaziland）不远，靠近内尔斯普雷特（Nelspruit）向北边筑路。我受雇当上了测量员的助手。

这份工作很不错。我住在灌木丛外的一间圆形小屋（白铁皮制成的圆形小屋）里，这附近即将开始建路。我帮忙打路桩和绘制道路横截面图。这些横截面图用来预测建路必须移走的土壤和石头数量。

我很快认识到使用测量仪器可能并不是太难，所以我从我们绘制地图的活动房屋中带了一些书，晚上就在圆形小屋中学习使用这些测量仪器的理论。书中的内容主要是我在高中所学并且擅长的几何学。很快我就掌握了如何打路桩和使用所有的测量仪器，我真的很幸运。



我在打扫比勒陀利亚北部筑路工地的圆形小屋

Labor 公司还有另一项筑路任务，急需一名受过系统教育（通常是要求受过 4 年大学教育）的公路测量员，但又无法马上找到。公司董事 Beigl 和 Horn 先生来视察内尔斯普雷特筑路工地，听说我做过 3 个月左右的测量工作。他们问我是否愿意接受这项新任务，我坚定地回答：行。这是一项新的测量任务，而且报酬也要高得多。不仅报酬更可观，而且公司还为我配了一辆崭新的黄色欧宝车。这对我来说真是难得，因为我可以在任何喜欢的道路上驾驶这辆车，而且所有汽油费由公司支付。

这条新道路将建在比勒陀利亚北部，通向博茨瓦纳。我搬到了工作场地附近的一间新的圆形小屋里，公司还为我安排了大约 10 个助手。他们都是本地人，就在附近居住。这些人都很有趣，非常乐于助人和善解人意，我们一起打路桩。但是他们几乎没有接受过任何学校教育，所以我必须非常清楚地告诉他们如何做。

一天，我需要测量一段距离。我让我的主要助手（后页图中站在我右侧那位）将卷尺的一端拉到我已经钉入地里的木桩上。我握着卷尺的另一端穿过树丛，确保成直线测量，同时拉出卷尺。当我不停地拉卷尺




筑路测量员和我

时，卷尺的另一头总是不停地向我移动。最后，我朝助手走去，我看见当我在拉卷尺时，他也拉着卷尺的另一端朝我走来。我问他："我在拉卷尺的时候你为什么朝我走过来?"他简单地回答说："哦，头儿，我必须要走，因为你在拉啊!"一个非常合理的答案是他不想拉断卷尺。然后我向他解释了测量过程，他也努力去理解我说的话。很快他就理解了并且全部都做得符合标准。实际上，他是一位很出色的助手，学习速度快，工作努力，也非常可靠。

筑路工地周围大部分都是干燥而平坦的地区，附近许多农场都种有花生。我喜欢吃花生，几乎每次都可以免费得到一盒。我将花生放在圆形小屋里的小烤炉上烤，然后将烤花生撒到面包片上，正如我后来发现的一样，味道确实比面包上的花生酱更可口。

午休期间，温度高达 38 摄氏度。当同伴们在树荫下休息时，我会沿着公路慢跑。他们很纳闷为什么这个德国年轻人不像正常人一样，适当休息一下或坐在树荫下某个阴凉处。我很喜欢跑步，锻炼后再冲个凉，这样下午干活时我会感觉神清气爽、精力充沛。

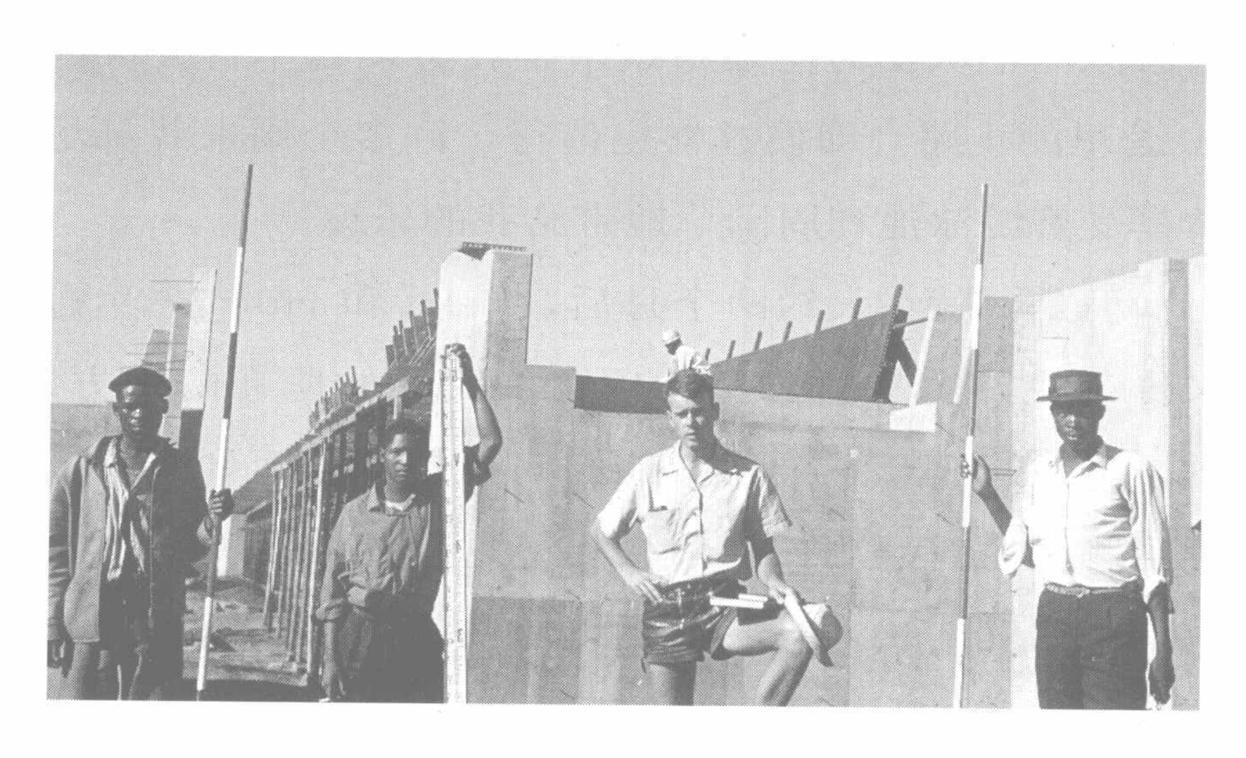
周末对我来说是难得的享受。我开着车急切地想去游泳池，从我的住处到娱乐区我必须驾车行驶大约 50 公里的土路。即使这样也值得，许多个周末我都尽情享受着游泳池和周围草地带给我的乐趣。

但是，就在大约两个月后，Beigl 和 Horn 先生过来告诉我，内尔斯普雷特项目（我开始所在的地方）的测量主管离开了公司。他们问我是否能回到那个工程当测量主管。当然，我接受了这项任务，并且薪水也有大幅度增长。当我回到以前的工作项目时，开始管理整个测量队伍。

在内尔斯普雷特的工程中，有一些是受过大学教

育的测量员，他们都是白人，还有大约 20 个黑人助手，现在都在我的手下干活。一开始，我这次的升职让那些大学毕业生并不认同，但我尽量善待他们，他们也就接受了我。那些助手一直对我很友好。

那些与家人住在一起的助手常带给我一箱箱水果，但他们并不是想得到什么回报。他们所做的就是报以微笑和不时带给我芒果、香蕉、柑橘和荔枝等水果，因为他们知道我喜欢吃这些水果。我记得唯一让我难过的事情是，一天有位助手没有来工作。我询问情况了解到他是在村子里跟人打架受伤了。几天后，他回来工作并郑重地向我表示抱歉。



道路和桥梁必须打桩

我在圆形小屋里过得很开心，我清楚地记得有一只大乌龟和我比邻而居。我喂它香蕉和橘皮，它也从未离开那里。后来我搬到了一间更大、更舒适且带厨房、客厅和卧室的活动房屋。遗憾的是，那只乌龟后来却没有在活动房屋附近出现过。



我和“我的乌龟”在靠近内尔斯普雷特的圆形小屋

晚上的时候，我学习数学知识（纯数学和应用数学），因为这些知识让我深深着迷；同时，我还借此提高英语水平。午餐过后，我通常会去跑步。这里海拔高，气温不高。不过夜间有点冷，所以我在床垫下垫了厚厚一层报纸保暖。

一个周末，我驱车到比勒陀利亚看望亲戚，倒车时撞上了树。公司董事 Beigl 先生笑着立即又给我安排了一辆更新型号的欧宝车。

我们在工地经常举行聚会活动，活动中会有美味的牛排和香肠烧烤以及大量啤酒享用。当然，只有白人参加。我发现有几个白人劳工非常粗暴，他们对黑人劳工不尊重，我完全不能接受他们的做法。

有一天，来了一位很友好的医科学生，他是瑞士人，只比我年长几岁。我问是什么把他吸引到这个工地，他却告诉我了一段很恐怖的经历。他在瑞士驾驶时因有一只车胎坏了，在他转弯时速度太快无法控制车辆而偏到了路的另一侧，头撞到了车上，伤得很严重。从那时起，他满脑子都是车祸发生时的情景，自然也无法集中精神学习。为了能够继续完成学业，他需要休假一段时间并调整好心态。他认为这里的筑路工作能帮他找到心理平衡。之后我们成了好朋友。我们还开着我的欧宝车去德班度了一个星期的假（汽油钱当然由公司出）。我们在海边露营、游泳和观光，玩得非常高兴。

我在这个筑路工地度过了一段非常快乐的时光。利用圣诞节到新年的短假时间，我参观了莫桑比克的

洛伦索·马克斯（马普托）。我在那里一家五星级酒店的游泳池遇到了一个很好的家庭。当然，我不是那家酒店的客人（我住在一家非常小的旅店），但酒店人员还是让我进去了。我主要的兴趣集中在这家人漂亮的女儿 Teresa 身上。这个家庭来自约翰内斯堡，父亲是英国人，是一名钻石商，母亲是葡萄牙人，Teresa 是他们的独生女。我们在一起欢度假日（包括新年）。到新年那天时，我已经成了他们很亲密的朋友，那位父亲还把他昂贵的衣服借给我穿。我们整夜未眠，庆祝新年的到来。

在从马普托返回南非的路上，他们经过我的筑路工地，我将我的活动房屋指给他们看。他们邀请我有时间去约翰内斯堡。后来，在开普敦大学学习时，我经常利用假日到他们的豪宅去看望他们。他们非常富有，但并不过度显摆。

在一次拜访中，Teresa 的父亲给我介绍他们家珍藏的钻石。当他打开包有许多钻石的毛巾，我吃惊了，我从来没有同时见过这么多的钻石。他把钻石给我看，并且随手放置，好像这些“石头”并不值好几千美金。这是一个非常热心的富有家庭。有一天 Teresa 告诉我，如果我们结婚的话，她父亲会在约翰内斯堡为我

们举办一个空前的婚礼，包括马车和我只有在电影中才能见到的所有华丽场面。

我与 Teresa 一直保持着联系，直到我离开南非，在卡尔加里遇到我的未婚妻 Zorka。Teresa 在最后一封来信中对我找另外一个女朋友表示非常失望，我们也从此切断了所有联系。我不知道她后来生活得怎么样，但我始终希望她一切都好。

到 1964 年初，我已经在 Labor 公司工作了大约 8 个月，并且攒了一大笔钱，足够我返回德国和进入大学学习。在一个合适的时机，我向 Beigl 先生提出了我的计划。当听到我想离开时，他马上表示如果我在南非的大学学习土木工程，并且在暑假期间按照当前薪水到公司工作，他马上为我提供优厚的奖学金。我认为这是一个非常好的提议，于是我选择了开普敦大学。当然，我曾经想学习电气工程，部分原因是我认为该领域更有发展前途。但实际上学习土木工程也令我很兴奋，因为我对如何建造和设计建筑物很感兴趣，同时还能继续为 Labor 公司工作。

我确实很兴奋能在开普敦大学学习，我大约一年前就参观过这所大学，并已经深深地爱上它。我非常高兴能学习土木工程专业，因为我将学习如何“设计

和建造”我最渴望追求的东西。阿尔卑斯山中的一些桥梁让我印象很深刻，现在能学习如何建造这些桥梁真是太好了，或许有一天我能成为设计此类建筑的团队成员之一。

## 3.5 我在开普敦大学学习

我是在 1964 年 2 月新学期来临时到的开普敦大学，并且做好了所有的准备。在前几个月中，我不断利用晚上和周末的时间学习应用数学，我相信我会出色地完成学业，实际上我也非常喜欢学习。

我在一家私人住宅租了间房，房东是一对老年夫妇，他们将房屋的增建部分留给我居住，里面很舒适。最吸引我的是能使用他们的花园，而且 Newlands 游泳池离这栋住宅大约只有 100 米远！我总是喜欢坐在花园的一个桌子旁努力学习，然后到游泳池畅游一番。我住在这里完成了第一年的学业。根据约定，我在暑假期间要返回北部的 Labor 公司筑路工地工作。暑假结束返回开普敦后，我在 Rondebosch 的所罗门（Solomon）夫人家租了一间房，这里离 Newlands 游

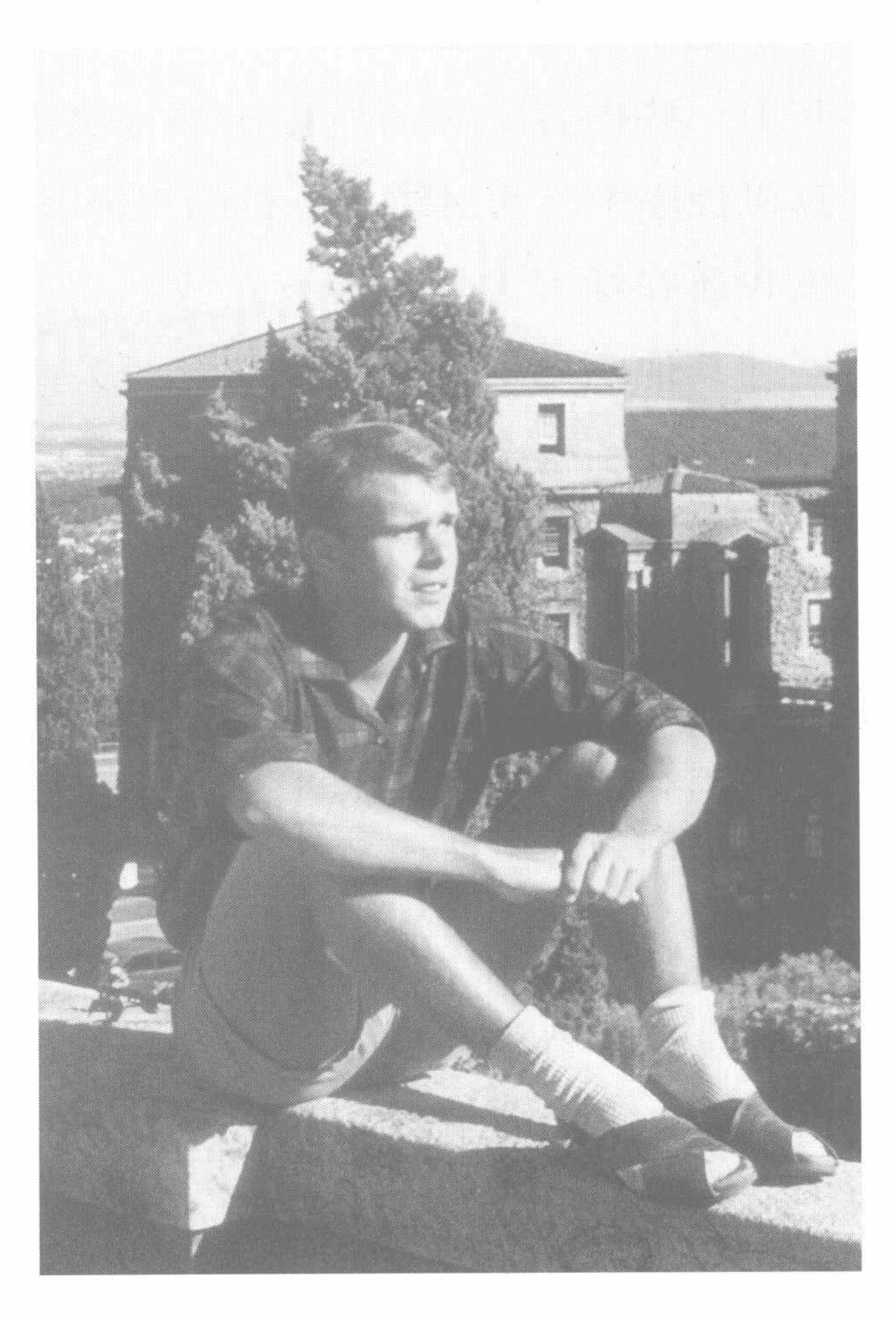
泳池也非常近，我在此住了3年。

我总是非常喜欢早晨在学校上课，然后回家学习，接着再到游泳池或与朋友们一起去海滩。这是一种多么美好的生活啊！

我大多数课程都学得不错，因为我喜欢这些课程，只有少数几门课程的成绩不是很出色，其中一门是“机械制图”。虽然我认为工程师必须要能够对物体形成思维图像，但我发现这门课程很乏味。在不使用橡皮擦的情况下，我们要花数小时正确观察并描绘出一个物体。另一门我不喜欢的课程是化学。主要原因是我们必须牢记所有项目。此外，在化学实验中，没有人知道为什么做这些实验以及我们会从这些实验中学到什么知识。但是，一个主要的问题是化学实验室课安排在星期五下午。那时，我们通常开始想着去Clifton或Somerset海滩。或者，我们可能只是需要去海滩舒缓一下绷紧的神经。

到目前为止，我最喜欢的是数学课以及与机械、结构分析和结构设计有关的课程。我非常擅长数学，并且获得过各种奖励。我们的老师McGaw先生在结构分析和设计方面异常出色。他会观察相当复杂的横梁结构表示的是建筑结构还是桥梁结构，还会正确地

将弯矩画到黑板上，只是他几乎不能解释为什么弯矩、剪力和法向力图表正确。下课后，我多次找到他，让他多讲解制图的原理。通常情况下，我会通过提问最终弄明白如何正确制图。



我在开普敦大学的学习生活

想了解更多有关结构分析知识的渴望自然驱使我到大学图书馆，我在那里发现了许多有关该主题的书籍。这些书读起来很费解，特别是以相当复杂的数学形式提出的能量定理。现在回过头来看，我敢说这些书确实使该主题不必要的复杂化了。但是，我还是努力弄懂了其中一些内容，确信所提出的方法能有效地实施在计算机程序中。我对结构分析的兴趣非常浓厚，所以新年夜我还在学习。通过阅读，我认识到这些方法可以扩展到其他不同的结构（横梁除外）。实际上，我深信计算机会使结构分析领域产生重大变革，所以我在最后一学年中写了一篇有关该想法的论文——《在结构分析中使用电子计算机》[①]。

这篇论文最终获得了“新机构设计的进步似乎是无限的”这样一句评语——实际上，后来事实也证明是如此。

我认为计算机的使用不仅会彻底改变传统的结构分析，通常的设计，特别是我非常不喜欢的机械制图也可以使用计算机来完成。

当时，在开普敦大学进行的研究相当少，也几乎

① 开普敦大学工程学会杂志《IMPACT》，51－61，1967 年。

不可能查阅到相关研究杂志。但是一年后，我研读了O. C. Zienkiewicz、Y. K. Cheung[①]撰写的关于有限元方法的书籍及相关论文后，我当时正就读于卡尔加里大学，我坚信这就是我要研究的领域。[②]

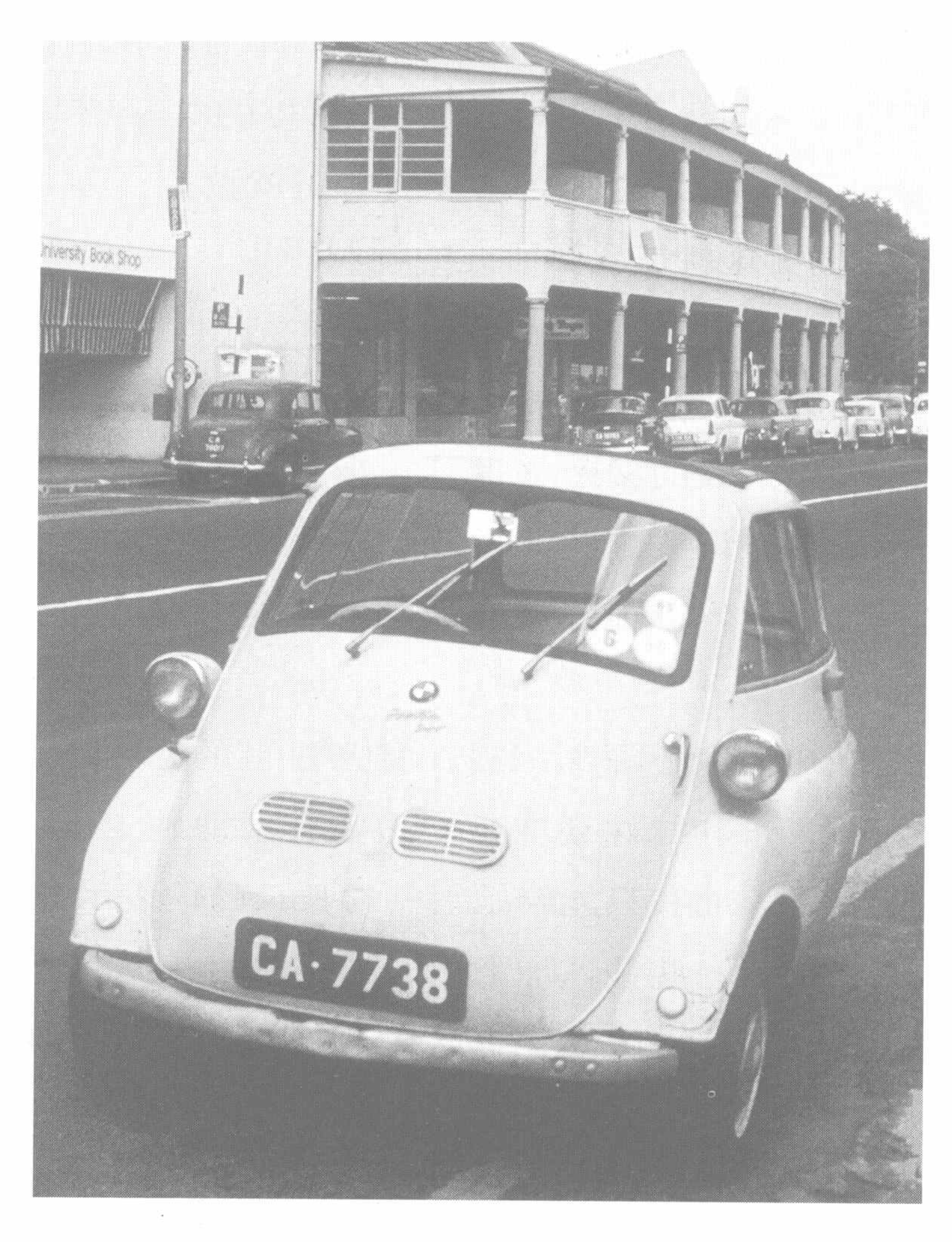
在开普敦大学4年愉快的学习生活中，我从班级工作和与人相处的经验中学到了很多。但不幸的是，在第一学年中我的父亲去世了。当他被安葬时母亲才将这个消息告诉我。我非常悲伤。我总是在想着我还会再见到他，告诉他我所有的经历，他一定会为我倍感骄傲。

我知道母亲还深深沉浸在父亲过世的悲痛中，但我也知道哥哥和妹妹还在她身边，会帮助她走出那段艰难的日子，而我只能给她写一封长长的信表示安慰。

我积攒了一些钱，加上从Labor公司获得的资助，买了一辆二手Isetta宝马车。这种车型通常是德国第

① O. C. Zienkiewicz、Y. K. Cheung，《结构和连续力学中的有限元方法》（The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics），McGraw－Hill，1967年。

② 有限元分析领域研究的是在计算机上模拟结构在负载条件下的性能，并且通常在计算机上模拟自然界。“有限元方法”代表被视为离散的固体或流体的单元集合，然后根据有限单元集合建立和求解代数方程，以获得连续固体或流体响应的近似值。在任何分析模拟中，困难或挑战就是分析者要尽量地、可靠地预测未来情况。例如：预测遭受地震时桥梁的性能，评估极端恶劣气候条件下飞机的运转情况，或预测动脉发生部分堵塞时人心脏的跳动情况，参见第5章和第7章。




我在开普敦的 Isetta 宝马车

二次世界大战后生产的，非常小但很实用。这是一辆双座“轿车”——如果能称之为“轿车”的话。它采用二冲程摩托车发动机，车身前面有一个单开门，还

有一个最受欢迎的活动蓬顶。虽然这辆车的外形和功能像是为残疾人设计的，但动力很强劲，也非常经济。有了这辆车，我几乎可以到开普敦的任何地方，当然主要还是开到大学和海滩，然后就是载大学的现任“女朋友”，但当时我真正的女朋友是约翰内斯堡的Teresa。有一次，当我和我的现任“女朋友”正开车行进时，车座突然变得非常热，好像有什么东西在下面烤着一样。我停下车，她大声惊叫起来，我们的车座底下确实着火了，是安装在车座下的电池引起的。我马上下车灭火。我那位“女朋友”再也不想乘坐我的小车了。

我有很多朋友，但我最好的朋友叫Hamich MacGregor。他现在同妻子和孩子们一起住在澳大利亚。那时我们经常在他父母亲的宅邸（一个非常大的房子，带有一个大花园和游泳池）中一起学习。他的父母非常慈爱，他们待我就像待自己的儿子一样。我可以随时呆在他们家，或者想去就去。他们经常诚挚地邀请我吃饭或参加聚会。我和Hamich会坐在花园或装修豪华的阅览室里听音乐或讨论一些事情，就好像我们能够解决世上所有的问题一样。他的父亲也经常加入到我们中间。他母亲更关心的则是为我们准备

非常好吃的食物，确保我们会留下来吃饭。

Hamich家的晚餐总是很特别。在一间有些暗的房间中摆着一张厚木桌，我们坐在木桌旁，门打开后，一名佣人会上第一道菜并退下。我们吃完之后，佣人会回来收拾盘子，然后再上新菜。照此进行下去。时间安排得总是特别恰当，所以从一开始我就在想佣人怎么知道什么时候来。结果我才发现，MacGregor夫人在桌子底下靠近其坐椅一个非常不起眼的地方安装了一个小电铃，随时招呼厨房继续上菜。

这里与我过去在德国成长的生活环境完全不同。大学周围风景如画，大学里的教授、同学和所有其他人都非常友善，我所居住地区的人们也很友好。虽然我知道存在种族隔离问题，并且我在筑路工作初期也经历过，但我在开普敦大学和在大学附近的开普敦市郊居住期间却从未遇到过。

除了睡觉、学习和社交外，我还必须有规律地饮食。做饭不是我努力想做的事。我相信有些朋友或家庭可能认为做饭很有意义。但我无法说服自己每天晚上为自己做晚餐。实际上，我也做过几次，但等到晚餐准备好时，我已经吃了很多其他东西，根本就不饿了。所以，我宁愿与餐馆签订一份小合约，每月支付

一笔钱，这样我每天都能吃到一顿丰盛的午餐或晚餐。开始的时候，我与一家土耳其餐馆签订合约，结果发现其饭菜不太合我的口味。但我还是继续到这家餐馆吃了好几个月的订餐，因为这里的老板是一位五十几岁、非常可爱的女人。她戴着大眼镜，总是面露微笑，并且总是想讨好我。我注意到当我不续签合约时，她非常难过。接下来我与位于 Rondebosch 的一家意大利餐馆（离大学不远）签订了合约。这里提供菜的种类要多得多，而且也符合我的口味，但很多次我都只吃卤汁面条。

除了去这些餐馆外，Solomon 夫人也经常带一些晚餐给我吃。她会轻轻地敲门等我应答，然后笑容满面地透过眼镜往小小的门缝里看。其实我早已知道她为我准备了一些菜肴，但我通常会显得很惊喜，因为她喜欢看到我这样的表情。她是一位非常热心的人，非常关心我在她的租房内过得是否开心。

第四学年的期末考试临近了。这些考试将决定我是否能获得理学学士学位和好的名次。我必须努力复习所有学过的资料。所以，我来到离开普敦大学不远处一个美丽的公园（Kirstenbosch）里，坐在四周风景如画（特别是普罗梯亚木引人入胜）的凳子上，学

习我要考的各个科目。我为考试做着充分的准备。

不幸的是，就在考试前一天，我患了严重的咽喉炎，而且开始发烧。我尽量让身体快点复原。在没有任何好转的情况下，我还是参加了考试。这些考试的时间每门都是 3 个小时，上午安排一门，下午安排一门。考试持续了大约一周，这段时间我非常累，特别是对于一个生病的学生来说。

但是，这时发生了一件非常感人的事。系主任 Kaplan 教授过来看我，他一定是听说我生病了。Kaplan 教授告诉我不要担心，一切都会好的。这些简单的话语通过一个我非常尊敬的人告诉我，极大地增强了我迎考的决心。最后成绩出来我考得非常好，甚至获得了最后一学年最佳学生金质奖章。我非常珍惜这枚奖章。

系里提议我留下攻读博士学位，但我决定继续从事结构分析的计算机方法研究。我申请了美国加州的伯克利大学和加拿大阿尔伯达省的卡尔加里大学。Kaplan 认识卡尔加里大学的系主任，所以只用了几天我就收到了该校发来的一份电报录取通知。我还获得了学校提供的奖学金。

我马上出发前往加拿大。在前往加拿大的路上，我一直想什么时候回德国看望一下我的母亲、亲戚和

朋友，我们已经有大约 5 年没相见了。正如我在前文中提到过，当我在开普敦大学上第一年学时，父亲就不幸去世了。他年仅 54 岁就离开了这个世界，他的健康在战争中受到了严重影响。如果他现在看到儿子大学毕业，还因为成绩优异而获得金质奖章，一定会感到非常自豪。

离开南非后，我有好多年不曾回到开普敦大学了，直到 1981 年我获得理学博士学位——我非常自豪能获得此项荣誉。

在我大学学习期间，开普敦大学及其全体教职员工都对我非常好，为我提供过许多帮助。我将永远不会忘记当我将要参加期末考试时 Kaplan 教授担心我的健康时的情景。

在开普敦大学学习期间，Labor 公司为我提供了大约两年的奖学金支持，当时公司董事 Beigl 先生曾问我完成学业后是否会加入公司。我不能回答，因为我根本不知道我是否想留在南非。在公司停止为我提供奖学金后，所幸的是，我还有少量积蓄，而且还获得了开普敦大学提供的资助贫困生的奖学金，从而帮助我完成学业，并获得了学位。



1981 年，38 岁的我获得理学博士学位后在开普敦大学颁奖典礼上与 Kaplan 教授的合影

在开普敦大学的这些年我过得非常愉快，并且学校还为我提供了非常好的教育。我很高兴 1997 年在开普敦大学开始设立克劳斯－佑庚・巴特奖学金。这些奖学金现在可以在 10 年的时间里帮助一些大学生，资助他们完成学业和实现目标。

# 第 4 章　我在卡尔加里和伯克利的研究生学习



Hamich 开车将我从开普敦送到约翰内斯堡，我再从约翰内斯堡乘飞机到法兰克福。我的老朋友 Klaus-Uwe Prehm 到机场接我，然后开车送我去 Oldenburg i. O. 。1967 年圣诞前夕，我离开气温达 27 摄氏度的南非到达气温约零下 8 摄氏度的德国，这对于我已经习惯的南非气候来说相当寒冷。当然，我很高兴见到好长时间没有见面的母亲、哥哥、妹妹及其他所有亲戚和老朋友——和他们一起欢度圣诞和新年。因为没有足够的钱，这些年我无法回来探望母亲。当然，母亲和其他亲戚也无法到开普敦看我，因为经济条件不允许。




再次回到德国，虽然只停留了几个星期，但我还是非常高兴。1968 年 1 月初，我必须去卡尔加里，大学要开课了，我的研究任务也开始了，卡尔加里的气候更加寒冷。

## 4.1 卡尔加里大学的学生

我的研究生导师 A. Ghali 教授开车到卡尔加里机场接我。天气异常寒冷，地上的雪堆积得很高，我们开车在雪中穿行，最后我在大学操场上附近的学生公寓定了一间房。

在路上，我问 Ghali 教授有关大学的理学硕士课程，以及要多长时间才能完成理学硕士学位。他回答我可能要 2～3 年。我很惊讶地指出课程目录上列出的时间是一年。他笑着说道，还没有学生在一年内完成理学硕士学位。我默默地想，一定要努力成为第一个在一年内完成理学硕士学位的学生，并视之为一项特殊意义的挑战。然后我想去美国加州伯克利大学，在那里继续我的研究生课程学习。总之，对于我来说，卡尔加里太冷了，并且附近都看不到海洋。

我报名参加了理学硕士课程学习，并且学得非常好，部分原因是我已经熟悉了要求听讲的课程内容。很显然，如果本科学习期间打下了良好的基础，那么大多数研究生课程学起来就会很容易。但那些为新泛读材料专门设计的科目除外。

整个冬天我都在学习。因为天气太冷，有时无法从地面上走到教学楼去，所以从学生公寓到教学楼的地下通道很受欢迎，这里几乎是必经之地。主地下通道中还有一家小餐馆。

公寓附近有一个游泳池，但是因为天气寒冷，没有车将很难到达那里。因此，我买了一辆很旧的 Corvair。这辆跑车虽然外形美观，但机械性能不好，我使用不久就出现了一个大毛病，即使在低速行驶时发动机也会过热。所以它很快就变成了我的亏本投资。我买后不久这种车就停产了。一年后，我把车卖了。它几乎都不能开上山到达买家所在地。幸亏有喜欢这辆车而不考虑性能的人。

我的研究进展得很顺利。研究主题为斜拉桥。由于 Southwell、Richardson 等人的努力，有限差分法的发展为工程分析提供了温床。Ghali 教授已经在英国获得了博士学位，他确信应该使用有限差分法分析

桥梁。但我认为有限元法更适合用于结构分析，并且将来会替代有限差分法。

因此，为了不与指导老师发生冲突，我决定研究使用有限差分法确立的“大有限元”开发。实际上，我应用有限差分法确立了用于理想化描述斜拉桥的斜面板和梁的刚度矩阵。我在两篇论文[①]中公布了该结果，但似乎没有取得进一步发展。正如我预料的，标准有限元法证明要有效得多。

对于我个人来说，发生在卡尔加里大学的重要事件就是美国加州伯克利大学的 R. W. Clough 教授前来访问并举办了有限元法讲座。他的访问使我义无反顾地决定，我应该去美国加州伯克利大学继续深造。我应该在那里继续我的有限元法博士学业。Clough 教授的讲座很精彩，他在黑板上写下最复杂的方程式，不带任何注解。他谦虚、准确地回答我们的每一个问题。这次讲座就像是一次精彩的表演。讲座结束后，我和他进行了一次简短的见面。我先做自我介绍，接着问了一些问题，并提出我想去美国加州伯克利大学学习。

---

① A. Ghali、克劳斯-佑庚・巴特，《用大型有限元方法分析面内荷载作用下的平板》，国际桥梁与结构工程协会，30—I，69—72，1970 年。

A. Ghali，克劳斯-佑庚・巴特，《用大型有限元方法分析板弯曲》，国际桥梁与结构工程协会，30—II，29—40，1970 年。

他鼓励我提出申请。

此后不久，我认为应该去美国加州伯克利大学了解一下，并与那里的一些教授谈谈。我还剩下一些积蓄，因此我坐飞机到了旧金山。我第一次看到这座城市，它给我留下了非常深刻的印象，因为我从来没有见到过这样的高楼大厦和大桥。我也立即喜欢上了伯克利校园，草坪、灌木和各种地中海树在白色石头的建筑物之间纵横交错。它让我想起了开普敦大学。

我见到了土木工程系的 A. C. Scordelis 教授，他坚持使用有限元法分析桥梁。他非常高兴地接见了我，并问了我一些问题，然后决定从 1969 年 9 月开始为我提供助研奖学金。之后我又参观了一些地方，接着返回到卡尔加里。此时，我已完成了理学硕士论文，并已为 Ghali 教授工作了一段时间。我总共花了大约 15 个月的时间达到学位要求，比我预计的一年时间多了一点。我现在能做的就是等到 9 月去伯克利大学。

虽然 Ghali 教授不想让我离开，但我知道去美国加州伯克利大学继续深造才是最佳选择。整个夏天我都在努力工作，常常从早上工作到深夜，甚至周末也在工作，以帮助他获得更多研究结果。但遗憾的是，我没能帮助他获得他想要的所有结果。

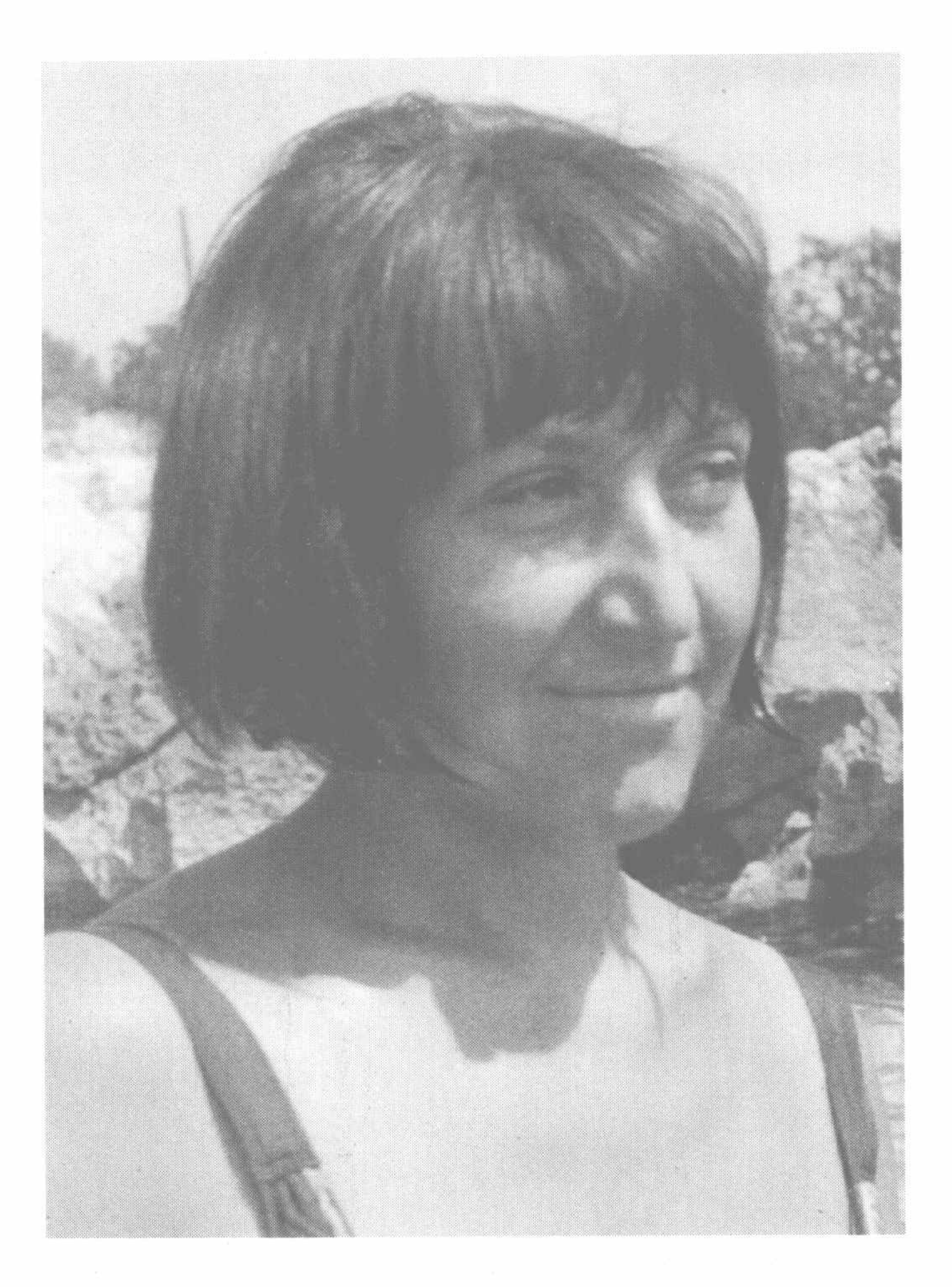
然而最重要的是，我在卡尔加里遇到了我未来的妻子 Zorka。她说她在我们居住的学生公寓餐厅第一次注意到我，不过那只是一瞬间。我是在深冬到达卡尔加里的，由于被开普敦夏季炙热的太阳把皮肤晒黑了，所以站在人群中格外醒目。也可能是报到当天没有其他新生和我一起到达，因为这里的天气太寒冷了。尽管旅途劳累，但我还是很快就注意到这位非常漂亮、性感和迷人的年轻女士。

我到来几天后，就和 Zorka 正式见面了，我被她迷住了。从那以后，我们就在一起了。

Zorka 来自南斯拉夫，在化学系攻读理学硕士。Zorka 非常聪明，学习非常努力，成绩也很好。无疑，她本来能够完成博士学位课程。

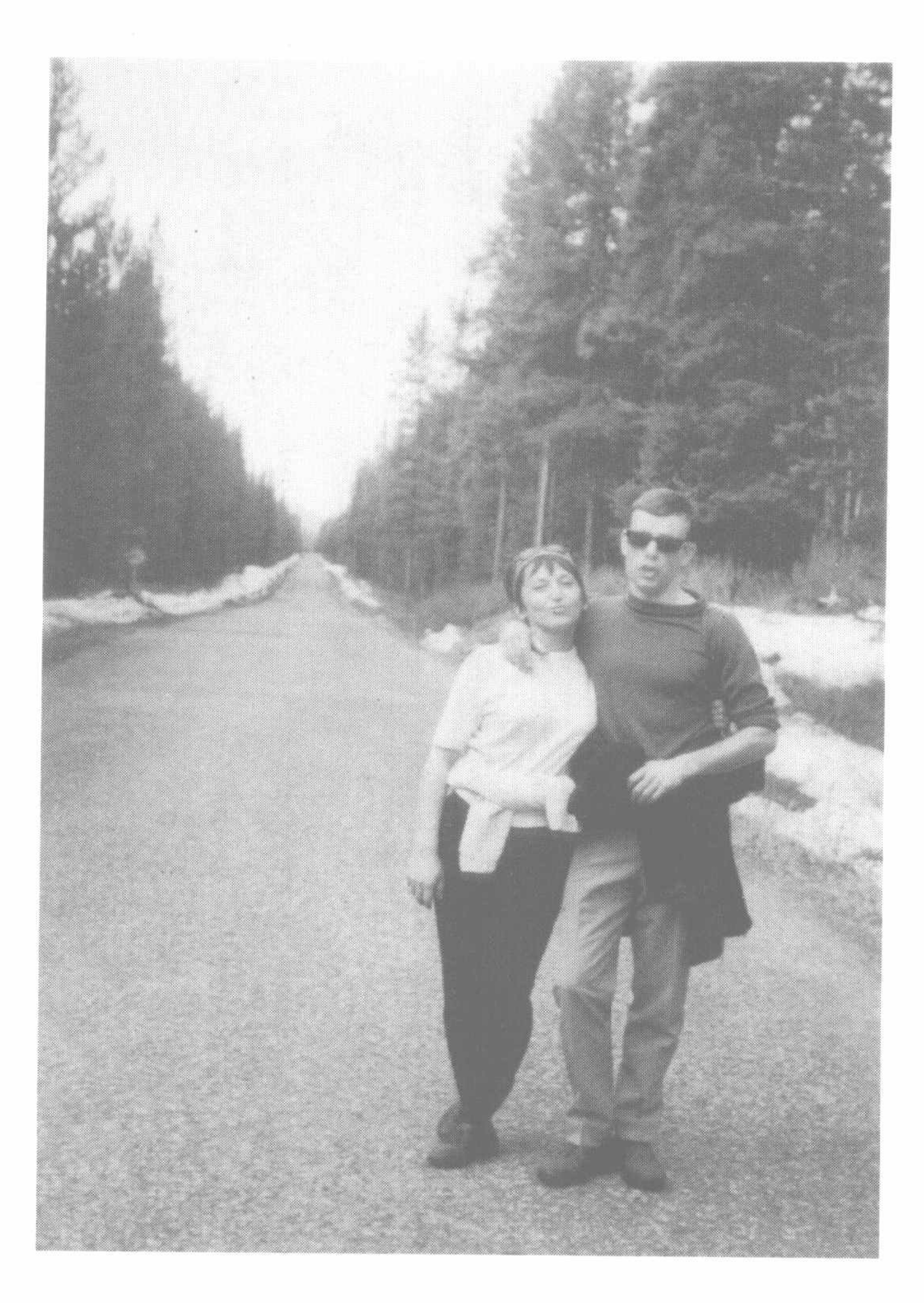
我将在后面讲述，理学硕士毕业后，她没有继续深造的原因。她原本可以从事科学或学术研究工作，但她却把全部精力都放在我们将组建的家庭上，作为一个好母亲、好妻子和好伙伴，她一直非常支持我的事业。对于我来说，这就是获得幸福生活和成功人生的关键。无疑，我非常幸运我们找到了彼此！

那时，我们开始分享美好时光。在 8 月末，到伯克利之前，我们决定去度一个星期的假。加拿大当时



我未来的妻子 Zorka

已经是夏末，但我们想去游览落基山脉（Rockies）、欧肯那根山谷（Okanagan Valley）和温哥华。我们还听说欧肯那根山谷是一个非常吸引人的度假胜地，可以露营、游泳和徒步旅行。



Zorka 和我在加拿大

幸亏 Zorka 有一辆老式但性能仍然不错的沃尔沃汽车，不过她已决定再买一辆新的沃尔沃。她常常和我开玩笑说，我作为一名工程师，竟然买一辆便宜无

用的 Corvair。当然，Zorka 说得对极了！

我们开车穿过落基山脉到欧肯那根山谷，满怀兴奋地去体验快乐的露营生活。但令人沮丧的是，当我们到达时，所有度假游客都已经离开了，露营地也关闭了。我们非常失望，我感到很难过，因为我已答应 Zorka 陪她在阳光中度过一个愉快的假期并到美丽的湖泊中游泳。显然，为了帮助 Ghali 教授获得有关桥梁研究的结果，我已经工作太长时间了，我本应该在夏初就去度假的。但是，为了充分享受假期，我们开车到了温哥华，在那里欣赏了许多风光美景。

实际上，我留给 Ghali 教授的研究结果一直没有发表。虽然我非常努力地工作，但也未能获得优秀论文所要求的充分的新研究结果。我们已经写了两篇有关我的理学硕士研究工作的论文。我确信他清楚地知道这些。但这次经验告诉我，在进行研究（实际上也就是任何工作）时，正确规划很重要。

我们度完假返回到卡尔加里后不久，我就离开卡尔加里，去了美国加州伯克利大学。那是 1969 年 9 月初。

## 4.2 开始成为美国加州伯克利大学的一名博士生

正如我第一次去所看到的一样，海湾地区的高楼大厦和大型桥梁再次给我留下了深刻的印象。

我在伯克利大学附近租了一间房，房东是一位漂亮女士，我每天可以步行去学校。我的研究项目很有意思，我的桥梁研究也非常令人满意，一切进展顺利。不过我很想念 Zorka，几乎每天都给她打电话。电话费不断增加，对于一名研究生来说确实花费太高了。Zorka 在卡尔加里一完成学业就来看我，我们呆在一起。我们只想彼此在一起。

Zorka 来了以后，我们在伯克利牛津街找了一个地下室并搬了进去。房子虽然简陋，但足够居住。房子建在一个斜坡上，我们可以看到花园。房子外面可供我们停车，Zorka 可以将她的旧沃尔沃车停在这里。房子的位置距离学校大约半小时的步行路程。我喜欢步行去学校，然后再步行回来。我们在那里度过了很多美好的早晨和夜晚。房子靠近大海，所以空气十分新鲜，花园里有漂亮的花朵，我可以在公园里散步。

周围环境常常让我想起开普敦。

在 Scordelis 教授的指导下，我更加喜欢深入桥梁研究。不过我已经在卡尔加里研究过桥梁，因此我想在博士课程学习期间，最好能钻研有限元分析的其他方面。我申请了大学奖学金。因为 Scordelis 教授大力支持我的请求，所以我幸运地获得了奖学金。美国加州伯克利大学的资助是从 1970 年 9 月开始的。我告诉 Scordelis 教授我获得了奖学金，并将寻找另一个研究领域。虽然很难过地看着我离开，但他还是非常支持我。在 1970 年夏天剩下的几个月里，我努力研究并写了一份有关 Vlassov 梁理论的报告，但我不知道该报告对他是否非常重要。他可能已经知道了我在报告中所总结的内容。

1970 年夏末，我和 Zorka 决定结婚。我记不清是谁先求婚，可能是我们彼此都向对方求婚。我们在一起住了几个月，非常快乐，相处也很融洽，所以自然就结婚了。我们于 1970 年 10 月举行了一场毫不铺张的婚礼。

但是，我还记得当时告诉 Scordelis 教授我要结婚时的情景。他透过眼镜非常严肃地打量了我一番，用一种深沉而清晰的声音对我说：你最好完成博士学位

再结婚。虽然通常情况下我很尊重他的意见，但这次我没有同意，并且恭敬地告诉他我已经决定了。我相信他明白我的意思，但我知道跟 Zorka 结婚几乎不会影响我的学业，如果可能影响的话，只会对我的学业更有帮助。

我非常喜欢在美国加州伯克利大学上课。尤其是我现在能修 Clough 教授的动力学与结构分析课程。我上课时总是认真听讲，做好详细的笔记，然后提出问题，我通常是课堂上唯一提问的人。所以，我记得在下课时，Clough 教授问我们是否有问题。没有人举手。他等了一会儿，然后问到："佑庚，你呢？有问题吗？"我摇了摇头。嗯，他明白这次我确实没有问题。

在伯克利，我必须参加"预备"博士学位笔试（我轻松地通过了），然后才是"真正"的博士学位考试。完成所有必修课程后，我在 1971 年 2 月参加了"真正"的博士学位考试。笔试很容易，我非常担心的是口试。不过，考试委员会的教授们让我轻松通过了口试。现在回想起来，似乎在考试前他们就已决定让我通过。他们首先降低了我的焦虑，然后让我简单讲述我的生活经历。这个环节大概用了 10 分钟。接着，Popov 教授叫我解释什么是线弹性。我回答，如果 1

磅产生 1 英寸的位移，那么 2 磅会产生 2 英寸的位移，然后我们得出线弹性。他对我的回答很满意。Wilson 教授问了什么是有限元的刚体模态，他很清楚我知道这道题的答案，因为他现在是我的博士生导师，并且我已开始研究我后来称作的“子空间迭代法”。Scordelis 教授的问题比较难，他问我如何分析张拉结构，我概述性地回答了。数学系的 Parlett 教授没有来，他只是留下口信说我已通过他的考试部分，无需任何口试。他们让我离开房间后不久便过来恭喜我，说我已经成功通过考试。

但 Scordelis 教授注意到，我对自己关于他提问的答案并不满意。他后来几乎带着歉意地给我打了电话。他知道他问的问题很难，并告诉我，实际上他正在研究分析张拉结构的有效方法。他只是想针对这个主题听听我的看法。我非常感谢他的来电。

我非常高兴通过了考试，现在可以专心于研究了。当然，我可以选择任何的研究主题。因此，我在考试前几个月，已到处看了看伯克利的研究生都在从事什么研究。我想选择能够显著推动最新科技发展的研究主题。

## 4.3　我的博士研究——一次非凡的经历

动力求解和地震分析是伯克利大学的热门研究话题。我发现里兹法可用于频率和振动振型求解。当然，这种方法只能提供有限元系统的大概频率和振型解，因此显然需要更准确的方法。的确，随着电脑资源的增加，工程师不再满足于此类近似答案。我想开发一种能准确解答大型有限元系统的最低频率及相关振型的方法。在 20 世纪 70 年代初，这意味着求解一个系统的10～20赫兹和振型最多需要 1 万个方程式，而利用当今解法和硬件能力是很容易解答的！

1971 年初，我开发了子空间迭代法的基本方程式。当然，这些方程式是建立在那些伟大数学家（特别是 F. L. Bauer 和 H. Rutishauser）早期的研究成果基础上的。我的任务是要确定其工作的价值和进一步开发它，以及为大型有限元系统的工程求解创造切实可行的方案。

而且，我现在有了研究主题和解答方法的基本方程式。我找了一位博士生导师 E. L. Wilson 教授。对

于我来说，Wilson 教授最适合做我的导师，因为我觉得他能让我坚持我自己的观点。毕竟，我是利用美国加州伯克利大学奖学金来完成研究的。Wilson 教授设计了 SAP 有限元程序，并结合了许多学生的研究论文。我与他联系，他立即同意作我的导师。最初，他对我的研究不是很感兴趣，事实上，像其他实践工程师一样，他认为 SAP 中的里兹法最恰当。对于那时的许多分析来说，里兹法确实最恰当。因此，在接下来的几个月中，我们只是在喝咖啡时的休息时间见面，我只是告诉他，我仍然在研究我的子空间迭代法。

我满怀热忱地投入工作，成功获得了子空间迭代程序。我特别投入，即使周末在 Lake Tahoe 的 Heavenly Valley 滑雪期间，我也总是在想这个方案。在前往山顶的缆车上，我也继续在想如何确保我的方法“总是”能够收敛，并且“总是”得出正确答案。对于我来说，这是最重要的一点，因为我想让子空间迭代法成为工程实践中的一个有用方案。此外，针对在发电厂管道振动分析中遇到的问题，我还开发了窄带矩阵的行列式搜索法。两种方法都很成功。

Wilson、Clough 和 Parlett 都是我的博士学位委员，但我们没有单独见过面。1971 年 11 月初，我向

委员会提交了我的博士论文。

过了几天，我去见 Wilson 和 Clough 教授，想听听他们对我的论文的评价。那天上午，我步行 30 分钟到达学校，同时想着我的论文。尽管我相当满意我的论文，但心里还是存有疑问："博士学位的取得绝非易事，我的工作真的值得我被授予博士学位吗？我如何能做更多研究来改进我的研究方法，我可能或者我应该获得博士学位吗？"

我先去见了 Clough 教授。他直视着我说，他只看了一半，就已经认为这是一篇非常好的博士学位论文了。然后，我又去见了 Wilson 教授。他告诉我，论文写得非常好，值得被授予博士学位。Parlett 教授也很喜欢这篇论文。我非常高兴，而且认为这三位教授都对我非常好。

无论如何，我的子空间迭代法都是一次伟大的成功，可用在许多频率求解中。该方法成为许多有限元程序（包括我将在下一章中经常提到的 SAP Ⅳ 程序）中频率求解的主要方法。即使是现在，该方法仍然被广泛地使用着，尤其是当要求解的频率和相关振型大约低于 20 赫兹时更需要使用这种方法。

1971 年 11 月末，我在注册办公室提交了我的论

文，该论文达到了博士学位要求。[①] 美国加州伯克利大学原本资助我一年的奖学金也延长为两年，到 1972 年 9 月。但因为我提前完成了博士学位，注册办公室通知我不再符合资助条件并终止奖学金。

完成了博士学位，我感到非常自豪，这让我很有成就感。在那时，博士学位是一项令人羡慕的成就。然而，当我第一次真正体验到“外部可测”的成功时，这种感觉变得尤为明显。

一天，旧金山结构工程公司的 John Blume 打电话给我，问我是否愿意做他们公司的顾问，时间为一天。我同意了，开着旧的沃尔沃车穿过海湾大桥去见他们。工程师们采用了我的子空间迭代法——实际上是我公开发表的论文中的代码——已合并到他们的管道分析程序中。他们让我检查程序代码是否正确链接。我最多用了半个小时的时间查看他们是否正确调用了我的程序，他们付给我 150 美元作为酬劳，在当时这可以算是一大笔收入了。

我非常高兴地开车穿过海湾大桥回到伯克利，口袋里装着我毕业后真正挣到的第一笔钱。但最重要的

① 克劳斯-佑庚·巴特，《结构工程中大型广义特征值问题的求解方法》，报告 UCSESM 71-20，土木工程系，加利福尼亚大学，伯克利，1971 年 11 月。

是，我现在知道，随着有限元法的发展，我将过上更好的生活。我需要做的只是建立良好的理论和制定有效的实施方案！

# 第5章　在伯克利任大学研究工程师和顾问的三年生活

攻读完博士学位后，我掌握了丰富的知识，满怀热情地继续研究并在有限元分析领域作出重大贡献。对于实际工程分析来说，有限元法只是“刚出生”，还没有被众多学术界人士和工程师认同是一种分析广义结构的可行方法。接下来在美国加州伯克利大学的三年工作中，我通过基础研究和开发有限元程序 SAP Ⅳ 和 NONSAP 并最终成功发展了有限元法。我还担任顾问，在 1974 年创建了第一版 ADINA 程序。

但在讲述关于有限元法的研究之前，我想提一下这些年来发生的最重大事件之一：我们的第一个孩子 Ingrid 出生。Zorka 做好了迎接小生命的充分准备。

我试着帮忙，但实际上什么也没帮上。一切都很顺利，当我看到并抱着我们的孩子时，对我来说，就是一颗新的闪亮之星诞生了。我非常高兴！

不久，Zorka 和我们的孩子回家了。我不断地检查和全身打量我们的孩子，只想确定她很好。但过了一会儿，我注意到孩子的面色发黄，我开始担心起来。于是我给医生打电话，问是否可以带 Ingrid 去做一次快速检查，因为孩子全身发黄。医生坚持说："不用，无需担心，不用带孩子过来，那样是浪费时间。"

但是我不顾医生的反对，决定带孩子去医院，并祈祷上帝保佑！当我把 Ingrid 抱给护士看时，她冲过来从我手中抱过孩子说："她得了黄疸病，必须立即去特护病房。"当我在特护病房看到我们的孩子正趴在紫外线灯下时，我流下了眼泪，庆幸将她送到医院。我希望一切顺利，希望 Ingrid 健康地成长，实际上也正如我所期望的一样。

这件事是一次重大的教训——尽管有时可能会遭到反对，甚至是"命令式的反对"，但一个人还是必须按照自己的理解和直觉行事。仅仅从我们的孩子身上就能看到这位医生可能会造成什么样的伤害。

Zorka 和孩子在家都很好，因此我可以安心开发

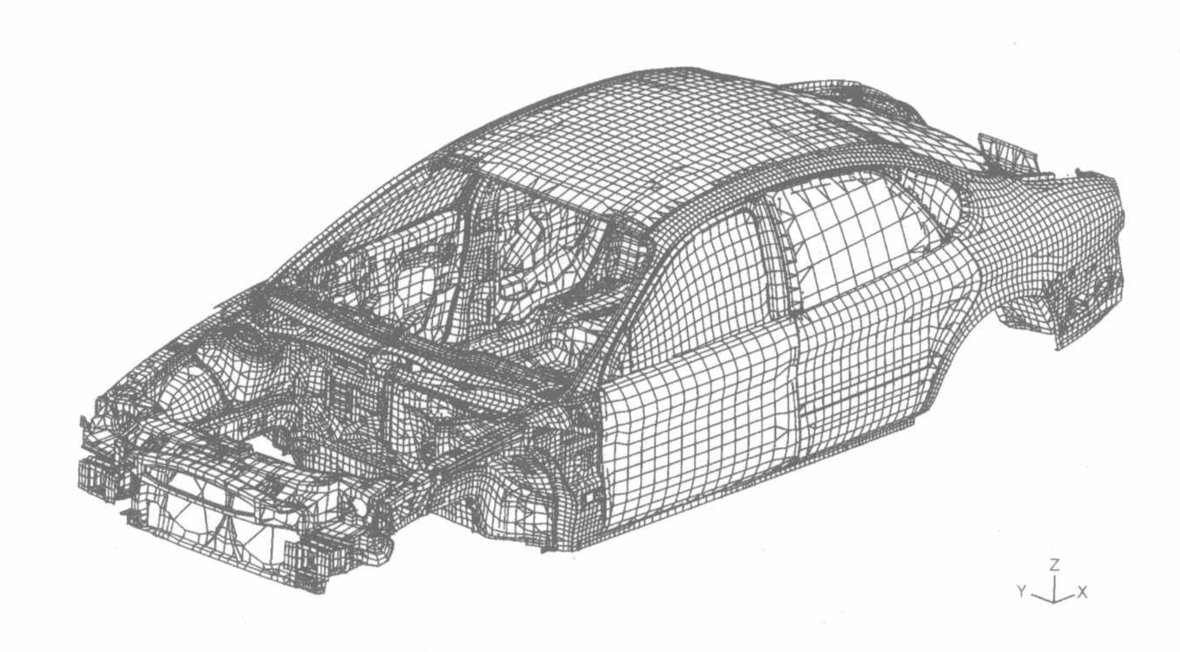
有限元法了。

## 5.1 发展有限元法

我无法确定创建有限元法的确切时间。

有限元的基本过程是将固体或流体视为“有限”元或“有限”域的集合。当然，任何一个几何域都可以近似地表示为此类集合。因为有限元变小了，所以能够更加准确地表示几何域。从这个意义上讲，古希腊的毕达哥拉斯已经使用圆面积表示一个从圆心跨度到圆周的大量等腰三角形的集合，他知道每个三角形的面积公式。然后增加三角形的数量，使它们变得很小，近似形成一个圆。最后，将所有三角形的面积相加，毕达哥拉斯开发了著名的圆面积公式。这的确可以被认为是有限元解。

但是，现代有限元分析方法可处理更多问题。比如可用来将任何固体结构（像汽车）或流体优化为近似表示实际物理系统特性的有限元集合。这意味着必须满足平衡、兼容和材料特性条件，当然，还必须满足能量和热力学的基本定律。实际上，单元类型有二




在计算机上用于模拟汽车乘坐舒适性、耐久性
和安全性的汽车有限元模型

维和三维固体元、杆、梁、板和壳体元、热、流体及多物理元。

第一个在其著名理论[①]中用公式表示现代有限元法的人是 J. H. Argyris。R. W. Clough 非常喜欢 Argyris，他在 1960 年发表的论文[②]中将这种方法命名为“有限元法”。实际上，世界上有三个有名的研究有限元的中心：在德国斯图加特大学成立的中心，由 Argyris 领导；位于英国斯旺西大学的中心，

① J. H. Argyris，《能量理论和结构分析》，航天工程，1954 年。
② R. W. Clough，《平面应力分析中的有限元方法》，第二届 ASCE 电子计算会议文集，Pittsburgh，PA，1960 年。

Zienkiewicz 在此撰写了他著名的研究专著（有许多版本）[①]；位于美国加州伯克利大学的中心，Clough 吸引了许多有远见的同事和学生，其中包括 Wilson。

方程可以用有效的有限元方法来表示，我认为工程实验应该与计算机模拟结果一致。的确，如果没有开发可以广泛使用的计算机程序，那么有限元法只能变成一个有趣的理论尝试，对工程实践不产生任何影响。

因此，有限元法进一步发展的基础是开发和广泛利用一些有限元程序。程序开发推动最新科技的发展，利用程序识别数值法中固有的缺点。这些缺点推动新的研究和开发。正因为这些原因，美国加州伯克利开发有限元理论的方法和基于该理念的计算机程序都非常有价值，也恰好是我感兴趣的地方。此外，还可以免费使用这些计算机程序中的一部分，这些程序在学术界和行业中被广泛使用，这真的令我非常兴奋。

在我从事博士研究期间以及在此之前，Wilson 教授开发了第一个两种版本的 SAP 程序，并被广泛使用。第一个版本提供线性静态和动态功能，第二个版本（也叫做 Solid SAP）仅提供线性静态选择功能。

① O. C. Zienkiewicz、Y. K. Cheung，《结构与连续力学中的有限元》，McGraw—Hill，1967 年，以及后来版本。

我想利用我在博士研究中开发的频率计算法提供模态叠加分析功能扩充第二个版本，但我的进一步研究需要资助。

为了吸引资金，Wilson 教授与美国科罗拉多州丹佛矿产局联系，提议开发一套非线性有限元程序。该提议被接受，我担任研究工程师，采用半工半薪制。另外我还担任一家小公司（工程分析公司或 EAC 公司）的顾问，有限元程序 EASE 的 开发者。我现在必须继续坚持我想从事的研究和开发，我非常感谢——到现在仍然感谢——他们给了我这次机会。

## 5.2 SAP Ⅳ和 NONSAP 的开发

开发 EASE 的公司只有三个员工，其中两个住在洛杉矶附近。我一直没有真正了解他们是怎样开发该程序的。继续开发该程序的人是 Fred Peterson，他在伯克利大学的一间小办公室里工作。在这三年期间，我跟他紧密合作，从他那里学到了很多东西。他是我的老板，只比我大几岁。他人很好，但不幸的是，他很早就去世了，我将在后面讲述有关他的事情。

EASE 是一种线性静态分析的程序，其主要竞争对手是 Stardyne，并在版税基础上由 Control Data 公司在其计算机上提供这两种程序。因此，用户运行每种程序都必须付费。因为 Stardyne 具有动态分析功能，所以使用它的人比使用 EASE 的人多。因此，Fred 愿意跟我合作，了解动态分析和非线性分析以加强 EASE。

我开始与 Fred 合作，我们去圣何塞的通用电气公司（GE）参观了一天。Fred 想获得一些模拟管道结构非线性动态响应程序的开发资金。当我们在 GE 大厅内等着去开会时，他悄悄问我是否现在可以以“博士”称谓来介绍我。我点头同意了，因为我已经将我的论文交给了美国加州伯克利大学注册办公室。这件事表明 Fred 非常细心，我非常欣赏他这种个性。

我们去开会并说服工程师们让我们做这个项目。在这个项目中，我们完成了第一个非线性动态分析，并知道了每个时间步的平衡迭代都非常重要。在弹塑性分析中计算应力时必须用到总应变。我们发表了这些简单却又非常重要的发现。[①] 我认为，当解答非线性

① F. E. Peterson 、克劳斯－佑庚·巴特,《反应堆堆心的非线性动态分析》，工程分析公司，第 S－104.4 号报告，加利福尼亚大学，伯克利，1972 年。

克劳斯－佑庚·巴特、E. L. Wilson,《复杂结构的线性与非线性地震分析》，关于地震工程的第五次世界会议会刊，1973 年 6 月。

动态平衡方程式时，我们的这些发现首次提出了使用迭代法收紧收敛容差的重要性。我在开发 NONSAP 时采用了这种理解。[①] 当然，非线性动态分析中使用平衡迭代已经成为标准，在弹塑性分析中使用总应变（使用超弹性）被认为是最有效的处理方法。

我和 Fred 就像朋友一样在一起工作。当然，EAC 公司支付给我 GE 项目的薪水，我还在美国加州伯克利大学担任将交付给矿产局的非线性分析程序的开发研究工程师。

然而，对于我来说，最重要是要开发第二版 SAP（即 Solid SAP）程序，并将我的频率计算程序与振型叠加计算程序一起合并到该程序中。Fred 对这份工作也很感兴趣，因此我们开始着手开发这个程序。因为是无报酬的，所以对于我们其他必要的工作来说，这是一项超负荷的工作。接下来，Fred 和我还在这个程序中加入了直接积分功能。现在的动态分析功能非常

---

① 克劳斯－佑庚·巴特、E. L. Wilson，《NONSAP——复杂结构的非线性支动态分析的广义有限元程序》，第 M3－1 号论文，关于反应堆技术中结构力学的第二次会议会刊，1973 年 9 月。

克劳斯－佑庚·巴特、E. L. Wilson，《NONSAP——非线性结构分析程序》，J. Nuclear工程与设计，29，266－293，1974 年。

完整，我称它为 SAP Ⅳ版。[1] 我特意使用罗马字Ⅳ，而不使用阿拉伯数字 4，因为我看到这个程序将具有很长的寿命——正如 Fortran Ⅳ已经生存了很长时间一样。

因为早期版本的 SAP 程序和 Solid SAP 带有必须删除的错误和不一致性，所以我需要付出艰巨的努力来开发 SAP Ⅳ。我利用许多个夜晚和周末来改进代码，我想让 SAP Ⅳ成为在我看来能够发布，并可以让我们为之骄傲的一种代码。

记得在一个长周末，我日夜在美国劳伦斯·利沃莫尔实验室利用 Control Data 公司的机器 CDC 7600（相当新的机器）调试该代码。我利用我为 SAP Ⅳ写入的新求解器 SESOL 进行核准求解，程序却不能正常工作。但我已经非常仔细地将它写入，没有发现存在错误。

那时，计算机在管理中心，我们不能私自使用它们，所以必须把程序打印到卡片上。我们打印了许多箱卡片，每箱约有两千张。然后，我们想使用计算机

① 克劳斯-佑庚·巴特、E. L. Wilson、F. E. Peterson，《SAP Ⅳ——线性系统的静动态反应的结构分析程序》，地震工程研究中心第 73-11 号报告，加利福尼亚大学，伯克利，1973 年 6 月。

时，要将整个或部分代码提供给计算机操作员。每次使用计算机都要从账户付费，因此使用计算机受限制。我们必须利用卡片将调试语句插入代码中，以打印出问题或漏洞的定位信息。在机器上运行时间通常只有几秒，如果等候队列太长，则周转时间就很长。我们常常得等数小时才能打印出提交运行的结果。如果操作失败，我们根本不知道是因为什么。而在晚上，因为很少人工作，所以工作的周转时间也要短得多。

经过整个周末的许多烦琐操作后，在凌晨我找到了故障原因。结果是因为 CDC 机器的操作系统在访问磁盘时出错。计算机操作员看到我奋战了几个小时，他感到很抱歉，于是把我用过的机时补偿给我。我很累但却很高兴，因为我的程序现在可以顺利运行了。

在调试 SAP Ⅳ 和编写数据输入手册的过程中，Fred 立下了汗马功劳。在此期间，我从他那里学到了很多东西，尤其是如何调试复杂代码和组织输入手册。最后，我们认为可以发布该程序了，并决定将输入手册作为美国加州伯克利大学报告发表。

该程序已完成且已发布，我相信 SAP Ⅳ 会得到广泛使用，并且会非常有价值。我终于成功了！

接下来，我还要给矿产局开发非线性分析程序，

我们决定称它为 NONSAP。我在日常工作时间研究该程序。程序的基本结构必须与 SAP Ⅳ的结构不同，因为在每个加载或时间步增量求解时需要用迭代法。该程序的开发进展得非常顺利，多亏 Bob Iding 和 Haluk Ozdemir 的帮忙，他们在编程和验证方面发挥了非常重要的作用。

我非常兴奋地开发了 NONSAP 程序，同时该程序对计算力学产生了重大影响，该项研究还产生了一些与固体和结构的非线性有限元分析有关的重要论文。[①] 与应变率法和迭代法相比，这些论文的重要贡献就是增量法，即弹塑性解的“总应变”法。

我在 1973 年发布了 SAP Ⅳ程序（1974 年发布了修订版），1974 年发布了 NONSAP 程序。[②] 因此这两个程序几乎是同时发布的。对于我个人来说，这两个

---

① 克劳斯-佑庚・巴特、E. Ramm、E. L. Wilson，《大变形动态分析的有限元法》，工程数值法国际期刊 9，353－386，1975 年。

克劳斯-佑庚・巴特、H. Ozdemir，《弹塑性大变形静动态分析》，计算机与结构，6，81－92，1976 年 。

② 克劳斯-佑庚・巴特、E. L. Wilson、F. E. Peterson，《SAP Ⅳ——线性系统静动态反应的结构分析程序》，地震工程研究中心报告，第 73－11 期，土木工程学院，加利福尼亚大学，伯克利，1973 年，1974 年 4 月修订。

克劳斯-佑庚・巴特、E. L. Wilson、R. Iding，《NONSAP——非线性系统静动态反应的结构分析程序》，第 74－3 期报告 UCSESM，土木工程学院，加利福尼亚大学，伯克利，1974 年 5 月。

克劳斯-佑庚・巴特、H. Ozdemir、E. L. Wilson，《静动态几何与材料非线性分析》，第 74－4 期报告 UCSESM，土木工程学院，加利福尼亚大学，伯克利，1974 年 5 月。

程序都非常成功，它们在学术界和工业中应用得非常广泛。花小额费用（几百美金）由美国加州伯克利大学发布源代码，并且接收方可以非常自由地发布代码。工程师可以用这些程序在任何机器上进行分析和设计，利用手头的源代码，他们还可以研究真正的有限元程序实施策略。如果需要的话，他们也可以根据其需求修改程序，或在他们自己的程序中使用运算法则。在其他有限元程序中出现了许多 SAP Ⅳ和 NONSAP 中的方法。在大学里，许多硕士和博士学位的相关课程都是以 SAP Ⅳ和 NONSAP 的使用和外延为基础开发的。

因为该程序的发布，工程师和科学家们迅速开始在全球范围内使用代码。结果，我很快获得了许多有关程序中用到的理论的讲座邀请。我最感兴趣的是 NONSAP 中用到的理论，因此我开始在世界各地广泛举行有关该主题的讲座。例如：参加美国加利福尼亚圣何塞的 GE、德国西门子（包括后来西门子收购的公司）、由有限元用户群组织的法国巴黎的研讨会，以及日本的各个大型公司组织的研讨会。

其中在巴黎的一个研讨会上，我连续三天给 100 位参加者讲述非线性分析。我虽然喜欢演讲，但实际

上却很不容易，最困难的可能是酒足饭饱后又要开始演讲，有时真希望可以坐下来听听其他人演讲！

在其他往返的时间，我也有同感。我早上从波士顿到意大利米兰，作了一天的演讲，中途享受丰盛的午餐，晚上和朋友们一起共进晚餐，第二天我又飞回波士顿。

和同事一起作演讲就会轻松得多，比如，在日本东京和 Wilson 教授一起作演讲；在法国巴黎和 Ray Clough 及 Wilson 教授一起作演讲；还有一次在巴黎的另一个地方与 Ted Belytschko 教授一起作演讲。无论我们到哪里演讲，总是能见到许多对我们的工作感兴趣的人士。

## 5.3 我的第一本书：《有限元分析中的数值方法》

我写了一些说明 SAP Ⅳ和 NONSAP 程序的论文和报告，还和 Fred Peterson 为该程序建立了理论，并编写了定义程序数据输入的说明手册——SAP Ⅳ。该手册是以早期的 SAP 手册为基础的。

虽然这些论文和报告可以利用，但我相信我们用

过的描述数值法的书也非常有用。当然，自 1967 年以来，O. C. Zienkiewicz 和 Y. K. Cheung 的书就已经面市，并且 Zienkiewicz 教授已经在研究新版本。但他提出的有限元法与我想描述的方法不同。

Zienkiewicz 教授非常清楚在美国加州伯克利大学进行的有限元研究。我第一次见到他是在他来学校的时候，Clough 和 Wilson 教授以及其他一些人（包括我）和他一起共进午餐。听他们之间的谈话很有趣，Zienkiewicz 教授的嗓音低沉，即使中间隔着一张大桌子，也很容易听清楚和理解他说的内容。他去过很多国家，也研究过很多有限元分析的课题，显然他已经做了很多贡献。但他似乎并没有深入考虑程序开发和方法效率，包括动态分析中用到的方程式求解和程序。那时，他喜欢使用单元的缩减和选择性积分作为课题，一种我认为不会领先太久的方法，实际上却比我预期的好很多。我认为，当需要使用时，用公式合理表达（和分析）与有限元法结合会更可靠和更有效。后来我将这种方法用于不可压缩的板和壳体的深入研究。

一天，Wilson 告诉我 Prentice Hall 的编辑会来，并邀请他吃午饭，问我是否想一起去，我欣然同意了。我们在 Bay 附近的一家餐馆吃午饭。显然，这位编辑

希望 Wilson 能写一本书。关于此事，可能这位编辑已经跟 Wilson 联系过许多次。Wilson 在美国加州伯克利大学提出有限元法，但却还没有写过这方面的书。最后，Wilson 建议他和我一起写这本书。这位编辑很高兴地同意了，并表示马上开始该项目立项工作。我当然也同意了，因为这正是我写书的好机会。无论如何，我们都想在与 Prentice Hall 签订合同后不久就开始写，Wilson 一定也是这样想的。

我开始着手写这本书中我的那部分，大约用了一年的时间才完成，因为我只能在晚上和周末写。然而，当我写完了我的部分后，Wilson 却还没有开始写他的那部分。我现在可以选择等他自己完成或协助他完成部分写作。我选择了后者。他同意了。这本书稿大约在 1974 年 12 月末（在我去麻省理工学院之前）完成了。1975 年，我在麻省理工学院时对书稿进行了最后的完善，并在那年把书稿交给了出版社。我不知道花了多少时间来完成这本书的样稿！当这本书在 1976 年面市时，我非常高兴。[①]

这本书出版后好评如潮，它的主要观点与

① 克劳斯-佑庚·巴特、E. L. Wilson，《有限元分析中的数值方法》，Prentice-Hall，1976 年。




Zienkiewicz 教授的不同。它重点介绍有限元法的基础理论，所用到的数值方法以及关于程序的实际使用。其主要目的是希望可以帮助更多人了解有限元法的理论基础和实际使用。

当我将序言、底稿和我写的整个文本交给了出版社时，出版社对我做的工作感到惊讶。我请 Wilson 至少要写序言，他很快就写好了。关于本书的作者，我在序言中提到在封面署上 Wilson 的名字，因为我的许多思想和写作都是以他的早期作品为基础的。我现在非常欣慰，我能够坚持我的研究梦想并与人合写了一本书。

事实上，Wilson 教授人很好。他一直都很支持和理解我。我们经常在一起说笑。因为他也喜欢去离我们 Davis Hall 办公室不远的大学游泳池游泳，我们经常在那遇见，谈论有限元法的开发。有什么环境会比伯克利山的露天游泳池更适合谈论此研究计划呢？

## 5.4 创建 ADINA

自从开始研究以来，我只对可靠、高效并最终在工程实践中应用的有限元法开发有兴趣。但是，这个

目标却非常高。开发出广泛使用且可靠的、最佳的有限元法很难。但当这些方法没有找到广泛使用的机会时，将有限元法的研究限于解决某一具体问题或发表论文阶段要容易些。在学术界当然会有“出版或出局”阶段。换句话说，如果一位年轻的非终身教授没有发表足够的文章，那么这个人不久将不再是一名教授。我从来没有想过这个问题，只想努力把工作做得更好。

事实上，我也不担心这个问题，因为我没有打算很快成为一名教授。我的计划是回德国开一家研发有限元程序的公司，然后，再争取当一名教授。

因此，在伯克利的最后一年，我完成 SAP Ⅳ（修订版）和 NONSAP 的工作后，1974 年春天，我打算开发新程序。我计划给线性和非线性静动态分析开发一种新的、功能强大的有限元程序。该程序比 SAP Ⅳ 和 NONSAP 的功能更强。开发新程序的同时，我将试着继续推广最先进的有限元分析方法。该程序是我提出有限元法的载体，可以让我发挥最佳能力。

提出了新程序开发的起点后，我已经在对很大程度上，我已经对 NONSAP 投入了大量精力。我所获得的经验是很有价值的。但我需要一个新名字。我想要一个用了许多年也不会感到厌倦的名字，直到全世

界都能叫出这个名字为止。因此，我一直在想，最后找到了一个好名字。

恰巧这时，Zorka 和我想要第二个孩子。我们商定，如果是男孩，由 Zorka 选择名字；如果是女孩，则由我选择名字。为此，我开始寻找有吸引力的女孩名字。当我查阅名单时，“ADINA”引起了我的注意。我认为它是一个很好的女孩名字，但更重要的是，对于我的新程序来说，它更是一个不错的名字。它也是“自动动态增量非线性分析”的首字母缩略词。并且我还知道 ADINA 是起源于古代的希伯来语，意思是“高尚”和“卓越”。我高兴地将 ADINA 作为我的新计算机程序的名称。我对这个名字一直很满意，从来没有讨厌过。后来，我们的儿子出生了，我们给他取名为 Marki，这是我们都很喜欢的名字。

实际上，我是在选择名称 ADINA 之前就决定要开发新程序，我专心筹集资金想在德国开一家公司。许多公司非常有兴趣给我的项目做进一步的程序开发，包括 Bechtel、通用电气、西门子和 Germanischer Lloyd。我同时还开发代码，代码的所有权归我或我将成立的公司所有。所有计划进展得非常顺利，准备工作如期进行。

## 5.5 在麻省理工学院面试并受聘

大约是在 1974 年 4 月的一天，我接到了麻省理工学院 Steve Crandall 教授打来的电话，他说机械工程系有一个职位空缺，问我是否愿意去他那里工作。此时我正想去举办讲座并与其他教授交流，虽然我对麻省理工学院的了解不多，但我还是同意去。更何况，他们愿意支付差旅费。

几周后，我飞到波士顿，在傍晚时到达。我只能呆到第二天傍晚，因为我必须回伯克利，很快又要飞回德国开公司会议。

麻省理工学院在哈佛广场附近的酒店给我订了一个房间。我到达后，步行到麻省理工学院，周边环境并没有给我留下深刻印象。我习惯了伯克利大学、德国和南非更美好的环境。

第二天早晨，Crandall 教授开了一辆宽大的美国车来接我。他人很好，外表文静、从容不迫、彬彬有礼，他的蝴蝶领结使他看上去非常与众不同。我们来到他的办公室谈了一会儿，接着，他介绍了很多教授

给我认识。我们在教授俱乐部吃了一顿丰盛的午餐。傍晚，我做了讲座演示。

演示期间，我脱了夹克。McClintock 教授鼓励我这样做并笑着说，麻省理工学院的教授不如哈佛大学的教授自然。我后来才知道，这是麻省理工学院和哈佛大学之间的一个非常友好的玩笑。讲座结束后有许多人提问，但我必须赶到洛根机场，无法一一作答。Crandall 教授在波士顿交通高峰期开车送我到洛根机场搭乘飞机回旧金山。他说他觉得一切都很顺利，我回到德国后他会立即与我联系。

但在去往机场的途中，我发现我把夹克和皮夹忘在举办讲座的房间里，我非常着急，但又没有时间开车回去取。Crandall 教授说他回去后会帮我拿并邮寄给我。不久，我便收到了夹克和装有许多重要物品的皮夹。

我在麻省理工学院面试期间，一切都很顺利。能见到麻省理工学院的教授和举办讲座令我非常高兴。但是，在德国开一家软件开发公司的计划也令我非常兴奋。

但后来，当我回到德国并在各个地方举办讲座时，我决定，如果麻省理工大学给我一个教授职位，我会接受它。虽然这些年来，我的咨询收入增加了不少，

如果开公司成功的话，也会有丰厚的收入。但是，我对研究和教学更感兴趣，麻省理工大学可能是我成就更大事业的台阶。从伯克利到麻省，东海岸离德国只有一半的路程！

我在星期五晚上回到了德国，并一觉睡到第二天早上。大约在上午 8 点，电话铃突然响了。是 Crandall 教授打来的，他告诉我麻省理工学院不能马上给我一个教授职位，机械工程系想先让我担任助理教授，我很快会晋升。我欣然接受了，并告诉了 Zorka。本打算再睡一会儿，但我再也没有睡着，因为成为麻省理工学院的助理教授这个消息实在是太令人兴奋了。

我确信，美国加州伯克利的教授们一定给了我很高的评价，我真的非常感谢他们。我现在有机会可以在研究领域进一步发展，为教育领域贡献新的力量。但我还在想，作为一名工程师，在成为一名大学教师的同时与工业界建立密切联系将会更有成效，所以我会始终保持与工业界的联系。

# 第 6 章　麻省理工学院的教授



我于 1974 年年中在麻省理工学院正式接受助理教授一职，但我要求学校允许我在 1975 年 1 月开始工作。原因是我必须完成美国科罗拉多州丹佛矿产局的一些工作。同时，我还希望在从事教学任务之前写完我的书。按时完成这两个项目非常重要。麻省理工学院答应了我的要求。

矿产局对我的工作非常满意，需要我做更多研发，因此将研究合同期限延长。Wilson 教授也非常慷慨，他说服矿产局同意我去麻省理工学院，并延长合同，让我做主要研究员。我对此表示非常感谢，因为在我开始研发之前，合同中签订的研发资金就已经到达麻

省理工学院，这意味着我一到麻省理工学院就能雇请研究生。

## 6.1 搬到波士顿地区

我于1975年1月初搬到波士顿地区。Fred Peterson开车送我去旧金山机场。这次告别让我百感交集，他是一位非常好的朋友和同事。不幸的是，我离开之后他的健康状况一直不佳。几年后我才知道他患了中风，疾病使他在去世前长期卧床不起。我将永远在心里记着他。

当我和Zorka到达东海岸时，发现这里的天气要比伯克利冷多了，还好并不是非常冷。我听说这在东北地区算是温和的冬天。这个冬天非常受人们欢迎。

几个月前，我从德国回来经过波士顿，顺便了解市场上的各种房子的情况。在来之前，我将我的要求告知房地产经纪人，还告诉他我只有一天时间看房。他带我看了几套房，我相中了靠近剑桥市郊沃特敦（Watertown）的一处房子。此时Zorka已经从旧金山飞到了波士顿，我们又一起查看了这套房，并买下了

它—— 真是高效率！之后我们一起飞回旧金山，准备搬到沃特敦。

实际上，我们没有太多东西需要准备和搬迁。我们没有家具，所要搬的全部是书籍和衣服。这很好，因为我们可以完全按照自己的想法布置房间。多年来我们都是这样。之后我们在这个房子里住了差不多20 年。

虽然按照美国标准这个房子有点小，但对我们来说已经很大了，所以我写信告诉母亲我们有一个大客厅。但随着时间流逝，房子似乎在不断变小，部分原因是我们的女儿 Ingrid 和儿子 Marki 相继在 1973 年和 1975 年出生了。随着他们不断长大，需要的空间也越来越大。对于我们所有人来说，房子越大住着就会越舒服，我确实一直在为舒适安逸的生活而努力奋斗。

当我们能享受到居住在大房子里面的快乐的同时，也发现房地产可能是一项稳健良好的投资。所以，我们最终搬到了贝尔蒙特一处更大的房子里，在科德角的 Scraggy Neck 买了一个小房子度夏，并且在 St. Barth买了一个适合全年居住的理想别墅。

到波士顿后，我们很快习惯了波士顿的冬天、大雪和寒冷。我们在冬天经常去滑雪，享受冬天带来的

乐趣。为了方便周末去滑雪，我们还在新罕布什尔州怀特山的 Loon 买了一间小公寓，并保留了十多年。虽然有时天气非常寒冷，但我们在那里度过了许多难忘的日子。我永远也不会忘记全家人第一年到山上滑雪时的情景，很快 Moci（因为这个名字听起来更温柔，所以我们开始称 Ingrid 为 Moci）和 Marki 就远远地滑到了我们前面去了。

然而，随着岁月的流逝，暖和的气候更吸引我们，特别是加勒比海岛屿，从波士顿乘坐飞机很容易到达那里。我们一家人经常到瓜德罗普岛和圣马丁度假。我发现，除了尽情享受与家人一起在海滩上漫步，在大海中畅游和共进晚餐的美妙时光之外，我在加勒比海的工作效率也特别高。因此，我还带来了用厚厚文件夹装着的研究论文，在那里继续写书。实际上，我 1996 年写的那本书大部分都是在圣马丁的 Mont Vernon 酒店里完成的。我在酒店的房间里工作，书桌前面有一扇大玻璃滑门正对着阳台，既可以享受到阵阵怡人的海风，还可以观赏壮丽的海景。一天只花几个小时独自思考和写作也是美妙之极，我珍惜在这里度过的分分秒秒。这些都是我研究和写作的宝贵时光。

但是，最后 Zorka 坚持买下一栋别墅，这就是为



1982 年我们一家人在瓜德罗普岛

什么我们现在在 St. Barth 拥有一栋别墅的原因。她在1998 年发现了这栋别墅，我们都非常的兴奋，特别是Zorka。她负责打理别墅，实际上我们的所有房子都是她在打理，从而明显改善了我们的生活质量。我非常感谢 Zorka，因为照看房子（尤其是在加勒比海的房子）是一件很辛苦的工作。完成装修、维护等工作可能会让人伤透脑筋，并且要花费很长时间。从买下这栋别墅的第一年起，我们就在里面度过了许多难忘的日子。我还完成大量的“思考”和“写作”，在那里我完成了四本书（包括这一本）的大量写作工作。

我非常喜欢这栋别墅，它还成了我们家两只宠物猫 Jacob 和 Charlotte 的家。

我在德国家里没有养过宠物，也从来没有想过今后自己会养。但 Zorka 特别是我们的孩子们喜欢宠物。最开始是 Marki 在家里养了只鹦鹉 Pepe，它把我们在贝尔蒙特的大房子当作它的活动领土，很快这里就被称为 Pepe 的房间。房间里有只鸟笼，但鹦鹉只在里面过夜——除了春天在看守鹦鹉蛋时会日夜待在鸟笼里几个星期外。鹦鹉大多数时候会在房间里自由地飞来飞去。有时我们打开门到房子的其他地方，它也会跟在我们周围。几年前当它突然死亡的时候我们非常伤心，我们在花园里为它举行了葬礼。但是，Pepe 房间里那些嚼碎的书让我们永远记得它。

Jacob 和 Charlotte 是我们在 St. Barth 别墅养的两只猫。它们喜欢跟在我们（主要是 Zorka）身边，我们也喜欢和它们在一起。晚餐时，Jacob 会耐心地坐在地上或椅子上，一双大眼睛瞅着我们，希望我们会给它一点食物。通常，Charlotte 会得意洋洋地带给 Zorka 一只它晚上捉住的老鼠。Jacob 和 Charlotte 喜欢睡在 Zorka 的床上。当我们不在别墅时，女佣每天会给它们喂一顿食。虽然我们待在别墅的时间不多，

但总能感觉到每隔两三个月回到别墅时这两只猫对我们的依恋之情。让人伤心的是，Jacob 最近离我们而去了，它才 8 岁，所幸 Zorka 当时在家。Jacob 现在就埋在我们别墅的花园里，我们将永远不会忘记它。

Jacob 死后，Charlotte 很孤独，于是我们决定把它带到贝尔蒙特。Zorka 把 Charlotte 装在笼子里，经过艰难的飞行带到波士顿。Charlotte（我们现在称之为 Choppy）在 St. Barth 享受到足够的自由后，不想呆在笼子里。它现在和我们在一起大约有半年时间了，过得非常快乐。它吃完食物，经常跑过来和我们坐在一起，甚至坐在我们身上。我们都非常喜欢它跟在旁边。这些可爱的宠物给我带来了很多惊喜，让我们的生活变得丰富多彩。

我最初搬到波士顿就是考虑这里感觉离德国更近，慢慢地我对这里的生活也非常满意。时光飞逝，其间，当 Argyris 教授从斯图加特大学退休时，遴选委员会两次让我提出申请接任，我都婉言谢绝了。后来，大众汽车公司邀请我担任其研究主管（条件是给我丰厚的薪水），我也谢绝了。

当然，我也多次回到德国参加学术会议，在大学或公司做演讲。每次回去的时候，我都抽时间去看望

母亲，在可能的情况下还会看望我的哥哥 Volker 和妹妹 Ingeborg 以及其他的亲戚。我们每年至少要发一次邮件和通一次电话，以保持联系。我们经常在离 Oldenburg i. O. 不远的 Bad Zwischenahn 或在汉诺威举行家庭聚会，这是一项非常特别的活动。母亲找到了一个新的生活伴侣 Werner，他们一起快乐地生活了 20 多年。他们还多次到美国探望我们。母亲在 80 多岁时和 Werner 突然相继去世。我们当然非常悲伤，但我很欣慰在她在世时我每年至少能去见她一次，甚至多次。

我的家人和我都很满意美国的生活方式。我女儿 Ingrid 成了缅因州的一名画家，她做的陶瓷艺术品非常漂亮。我永远记得我们非常骄傲地参加她的雅典城俄亥俄大学美术硕士毕业展览会时的情景。她展出了她制作得最好的篮子、碗、桌子和餐具等陶瓷雕塑，深得系里的器重。我们的儿子 Marki 毕业于麻省理工学院机械工程系，现在成了一位科学家和工程师。有一天他告诉我他准备申请到麻省理工学院学习时，我感到非常惊讶，当然也非常高兴。他在我教的机械工程系完成本科和研究生学业，成绩非常出色。他的博士论文答辩是我在麻省理工学院和任何大会上所听过

最棒的陈述之一。我和 Zorka 一直为 Moci 和 Marki 感到非常自豪。

## 6.2 我在麻省理工学院的教学和研究

我一直非常喜欢在麻省理工学院的教学工作，并且工作也非常认真。虽然我已完成了土木工程系的所有教学工作，但学校又指派我为机械工程系授课。不过，这几乎关系不大，因为力学是一个基础领域，土木工程和机械工程两者在工程实践方面是相同的。

学校让我教的第一门课是有关动力学的大学本科课程。之后我主要教两门研究生课程，都和我创立的有限元法有关，包括固体和流体的静态、动态、稳态与瞬态分析。麻省理工学院所有工程系的学生和哈佛大学的学生都来参加这些课程的学习。我尽量采用明确而有条理的方式授课，全身心投入，学生们也忘我地投入到学习中。

麻省理工学院的学生很专业也很好学。通常，顺着走廊向教室走去的时候，我都会暗自在想：真庆幸这些聪明的学生喜欢听我讲课。学生们在课堂上都在

专心地听讲和做笔记，教室里很安静，当突如其来的声响（比如书掉下的声音）传来时，就像晴天霹雳划过空中。

为了让有限元课程能吸引学生，我必须不断更新内容。麻省理工学院的学生不愿也不应该学习过时的课程。作为工作的一部分，我将我在1976年写的书又重新作了修订，出版了1982和1996两个版本。[1] 在这些书中，我努力证明我认为可靠和有效并且会长时间使用的有限元方法。我非常高兴能写出这些广受好评的书。

除了与有限元法有关的教学工作外，我还教授与基础力学有关的大学本科科目。但是，我教这个科目的想法与其他同事的想法完全不同。我采用现代方法教授该科目的努力并没有取得太大成效，至少到目前为止还没有。依我看来，该科目教学最好将重点放在力学的基本原理上，明确了解力学实际是如何运用的。所以，我认为与采用计算机程序运用一样，必须充分强调一般的三维概念和结果建模。几年前，我根据完全改变的课程提纲讲授过该科目几次，学生们很喜欢

① 克劳斯—佑庚·巴特，《工程分析中的有限元法》，Prentice—Hall，1982年。克劳斯—佑庚·巴特，《有限元法》，Prentice—Hall，1996年。

这种教学方式，我也很高兴，但我的同事们不喜欢。所以，我退出了该课程，我最好等着看会有什么样的发展。

教学的困难之处在于要以最简单的方式解释复杂的概念和细节。在工程学中，通常要先结合实际合理定义变量，然后再将其放到数学框架中。我在整个教学生涯中都努力遵循这一原则。在麻省理工学院，过去和现在都有很多优秀的老师。如果说到老一代，就会想起同事 Asher Shapiro 和 Steve Crandall。这些优秀的老师和期望得到良好教育的学生，让我非常享受整个教学生涯，我的教学努力一直获得学生们的好评。实际上，我获得了三次教学奖，包括 J. P. Den Hartog 杰出教育家奖。我非常珍惜这些评价，因为他们告诉我，我的努力感动了一些学生。

J. P. Den Hartog 杰出教育家奖对我有特殊的意义，因为 Den Hartog 教授在我们系一直是一位受人尊敬的伟大教育家，我非常了解他。我刚到麻省理工学院时，他让我去他的办公室，那是我们第一次见面。那时他已经退休了，但仍然精力充沛，反应非常敏捷。我们聊了一些关于我加入这个系的情况，然后他想和我交流一些有关顾问工作和振动问题的想法。我们一

起讨论这些问题，但我认为自己帮不上什么忙。毕竟，他对如何解决这些问题了如指掌。快结束讨论时，他指着书架上的书，慷慨地让我选择任何我想要的书。我非常高兴地选择了一些经典作品，现在这些书仍然放在我的办公室中。后来，我们经常在对方的家里享受共进晚餐的美妙时刻。他告诉我关于他的奋斗目标和生活中的故事，还给我提供了一些宝贵的建议。他最宝贵的建议是要对麻省理工学院有耐心——我应该耐心地等待所有晋升机会，这些机会必定很快就会降临，不要离开麻省理工学院到其他大学去。

我在麻省理工学院教学有很多收获，因为不断接触年轻、聪明的学生是非常好的事。但是，除了当一名好老师外，一个成功的麻省理工学院教授还必须要完成高水平研究，在所选择的领域产生影响。我的领域当然是计算力学，我也努力显著地推动该领域向前发展。计算力学，或者更一般地讲是计算工程，主要指有限元法领域。我指的“显著推动该领域发展”是什么意思呢?

自 20 世纪 70 年代初以来，出版了许多关于有限元法的论文和书。虽然这些出版物大力地推动了该领域向前发展，但是在推动有限元法的“实际应用”方

面还非常困难。了解所开发的这些方法对应用非常重要。使用新的方法，我们能够解决新的问题或比以前更高效地解决问题。

我一直努力推动采用有限元法进行实际分析，我非常满意我所取得的成绩。我们已开发的动力求解功能、大变形算法、壳单元、接触算法、非弹性求解法、流体流动和流固耦合方法获得广泛认可，并且广泛应用于工程中——不只是在 ADINA 中，还应用在其他主要的有限元代码中。我们做开发研究的独特之处在于强调推出我们真正建议可以广泛使用或至少可供进一步研究的方法，因为这些方法可能会非常有用。我们不会专门去发表有关这些方法的论文，仅仅是为了将论文的标题添加到简历上，然后可能会被引用。所以，得知几年前在第一版的 ISI Web of Science 数据库中我被列为广泛引用者时，我感到非常惊讶。[①]

当然，我在麻省理工学院的教学和研究很大程度上受我的学生和与我一起工作的同事的影响。我与学生的合作最重要，没有他们我是不可能取得这些成就的。这里要提到的人很多，但我必须提到一些人的名

① http：//isihighlycited. com/

字。他们是麻省理工学院杰出的学生，直到他们毕业后许多年，我们还在继续加强合作。我想到了（按毕业时间顺序）Eduardo Dvorkin、Ted Sussman、Lay Tan、Miguel Bucalem 和 Dominique Chapelle 等。同时，我还要提到我的研究小组中的 4 位访问学者（Jan Walczak、Milos Kojic、Francisco Montans 和 Nagi Elabbasi）。即使在他们离开麻省理工学院后，我们还是继续密切地合作了许多年。我一直认为与这些人以及我其他的学生和同事合作都是一种莫大的荣幸。

在我合作过的同事中，有两位杰出的数学家教给了我许多东西，他们是 Franco Brezzi（大约 30 年前，他在麻省理工学院听我的有限元课程时我第一次遇到他）和 Dominique Chapelle（我在前文中提到过，他是我的学生）。因为我致力于开发可靠的有限元法，所以我也对研究方法中任何可能的数学分析特别感兴趣，这些分析可能会为我们提供改进方法的意见。从这方面来说，我认为与 Franco 和 Dominique 的数学合作非常富有成效，我也非常满意。

在从事研究时，我必须找出分析方面存在的缺陷，然后提出改进的方法。为此，我选择了地震分析中频率求解的子空间迭代方法开发，作为我的博士研究。

当然，在麻省理工学院，必须不断申请到研究资金，这就需要特别的努力。

在考虑如何申请研究资金时，有许多途径。我甚至在来麻省理工学院之前，就已经针对我的研究资金问题，与一些美国政府机构和公司建立了联系。有关资金方面，一切进展得非常顺利，但有时突然会遇到一些意想不到的困难，这些困难有必要讲一讲。

我认为在梁和壳①的分析，特别是对薄结构的大变形和屈曲行为分析中，可以做进一步的研究。我了解并且知道工业领域无法进行许多必要的分析，因此，我向美国国家科学基金会申请为我的新壳单元开发提供研究资金。这项申请遭到了审查者的拒绝，他们的审查意见认为目前的研究已经能够非常有效地执行所有壳分析，不需要我的研究。国家科学基金会让我写一篇辩驳说服他们，如果成功我将会得到资助。再三考虑之后，我决定放弃。

麻省理工学院研究中心为我提供了科研的资金。作为回报，这些为我提供研究资金的机构获得了

① 壳是一种很薄的结构，就像汽车的车篷，飞机的机身，鸡蛋的壳。在工程里和自然界里存在很多这种薄壳结构。这种结构很难分析，因为不同的形状和支撑条件可以彻底改变它们承受荷载的能力。

ADINA 使用权。有了资金后，我寻找愿意深入研究壳的有限元分析的优秀学生一起合作。

Eduardo Dvorkin 在出色的博士研究中开发了一种新的 4 节点壳单元，也就是现在所说的麻省理工学院 C4 壳单元。目前其被广泛视为可用的最佳壳单元，并且在工业和学术界广泛使用。后来的博士生，特别是 Miguel Bucalem 和 Phill-Seung Lee 在未完成的进一步研究中使用这种算法，开发出其他的各种壳单元。此外，我和 Dominique Chapelle 通过合作更深入地了解了壳单元算法，从而诞生了由我们共同完成的一本我非常满意的有关壳的书[①]。这项研究逾时 20 年，是我最满意的研究。因为还有许多与壳有关的其他研究任务，我希望在这个领域继续研究下去。

我们有关壳分析的研究工作很基础也非常重要，现在已获得全世界的认同。这项研究显然对当今如何进行壳分析产生了非常重要的影响。奇怪的是，20 多年前美国国家科学基金会并不知道这项研究的重要性，拒绝提供资助。具有讽刺意味的是，我却因此受益匪浅。也就是从那时起，我很少向美国政府机构申请资

① D. Chapelle、克劳斯-佑庚·巴特，《壳的有限元分析——基本原理》，Springer，2003 年。

助，虽然只要申请，他们就会资助我的研究方案。我从 ADINA 用户和德国与日本的机构获得了大量资金。特别是在德国 GKSS 公司的长期资助下，我与该公司 Rudolf Dietrich 博士多年来一直保持非常好的研究合作关系，而且富有成效。我们还建立了友好的个人关系，经常互相拜访对方的家庭。

总而言之，我在麻省理工学院的教学和研究活动都是令人满意的，当然是得益于我与学生的良好合作以及麻省理工学院浓厚的教学与研究氛围。但是，另一个因素是我始终走在开发非常重要的新工程领域的最前沿。我还记得非常清楚，大约 30 年前当我获得晋升时，我在给麻省理工学院的陈述中写了我最新的看法："我预见了颁发有限元分析学位的那一天。"我的系主任 Herb Richardson 教授告诉我，虽然我排在晋升名单的最前面，但麻省理工学院管理部门对我的陈述感到非常惊讶，并"不喜欢这份陈述"。当时所有人看到了一个充满热情的年轻大学教师，但他们都无视这份陈述，虽然今天许多国家的大学甚至包括计算工程领域都设立了有限无分析学位。

那以后，我们的系主任是 David Wormley 和 Nam Suh 教授，现在的系主任是 Rohan Abeyaratne 教授。

这4位系主任都很支持我，并且我和他们也合作得很好。我尤其认为，正是由于他们的全力支持与信任，我才能尽最大努力圆满完成教学和研究任务。

## 6.3 联合学术界与工程界

当我在麻省理工学院机械工程系任教授时，我就不仅局限于学术界的工作，我与工程界保持密切联系。作为一名工程师，可以在工程界中，实践和参与许多真正的工程项目是一件令人高兴的事。在学术界，我们教授的课程应该与行业中的工程活动有关。当然，学术界的重要研究着重于基础问题探讨和开发，但行业中的挑战经常会触发非常有价值的研究灵感。

要成为一名伟大的工程师，必须要对工程实践有重大贡献。我们通过杰出的新设计或可以广泛应用的基础新工程方法，推动工程领域向前发展。当然，我决定建立新方法并将其作为目标的一部分。我努力接触学术界和工程界。

我是通过麻省理工学院和参加各种会议融入学术界的。1976年，我在麻省理工学院举办的第一次专业

会议是关于有限元分析的德美专题讨论会。Tinsley Oden 教授、Walter Wunderlich 教授和来自美国和德国的约 50 位主要研究人员参加了此次会议。这是一次小型但非常重要的会议。在那里，许多同事都展示了自己的才华。会议进行得很顺利，只是发生了一个小“意外”，Tinsley 教授戴的眼镜破了，但我们很快就把它修好了。

在这次的德美专题讨论会上，我非常幸运地第一次或再次遇见了我的新老朋友——许多已经在研究领域有杰出成就的知名学者。我和他们一起度过了许多美好时光。我还碰见了 Bruce Irons，若干年后，他便过早去世了。他在该研究领域作出了巨大贡献，他对我的工作非常感兴趣，我很高兴。我真的非常喜欢跟他说话，感谢他给我写的长信，介绍他的“研究”和“他的研究中的生活”。

德美专题讨论会之后，大约隔了 4 年，我又在欧洲举办了两次以上此类非常重要的讨论会。每次的专题讨论会都很成功。

总之，自 20 世纪 70 年代初以来，我参加了由在世界各地的学术界和工程界工作的同事主办的许多会议。让我记忆深刻的会议还有很多。我在美国的公司、

大学和会议上广泛演讲。我在日本作了20多次的演讲，当然，在欧洲作的演讲更多。

在日本的演讲是一次难忘的经历。我印象至深的是，日本许多大公司的最高层管理人员和副总裁听完我的整个讲座后，还会问一些数字细节。

日本人的友好、平和、有礼貌，以及城市和国家的清洁给我留下了深刻的印象。在日本，出租车司机戴白手套驾车，城市中不嘈杂，交通井然有序，我甚至可以住在高层酒店（像赤阪王子饭店）靠近公路旁的房间，也不会受到交通噪音的干扰，还可以随时欣赏窗外的美景。有许多个夜晚和周末，我在窗户附近的桌子上继续写论文或书。实际上，我完成了许多思考和写作。天气晴朗时，从酒店的窗户可以眺望远处的富士山。晚上，酒店周围的街道灯火通明。

我去过日本许多次，遇到了许多来自学术界和相关行业的人士。日本人的主要特点是，一旦你与某人建立了关系和信任，这种关系就能持续和很好地发展很长时间。我非常重视生活中的这种特点，生活的“第一个日本周期”和“第二个日本周期”中的这种特点！

当我60岁生日的时候，Kozo Keikaku 工程公司



新素材開発の進展が背景に

米MITのバーテ教授に聞く

日本も産学協同研究を

セミナーに 60社も参加

我在日本参加了专题讨论会，1985年的《东京日报》报道了此事

的 Kawakami 先生寄给我一套红色和服和一封信。他是一位我敬佩的日本同事，我们已相识约 25 年。在信中，Kawakami 先生祝我生日快乐，并告诉我专门印有日本符号“Ichi－Ban”的和服的含义——第一，这

显然是指我的成就第一。他还告诉我，和服的红色象征我在现在生活的“第二个日本周期”中重生——所有的希望都赋予了新生。多么好的传统啊！

在日本，我知道必须注意日常开销。我刚从美国长途飞行到达日本赤阪王子饭店时，因为很累，只想吃点水果，然后睡觉。于是，我打电话让酒店服务台送些水果过来。我同意了服务员的推荐，要了些葡萄、橘子和西瓜。我喜欢吃葡萄和橘子，但不喜欢吃西瓜。因此，我把盘子上剩余的大部分西瓜放到我房间外面，让酒店服务员撤走。当我拿到账单时，我非常吃惊！葡萄和橘子只花了几美元，但“糊状”西瓜却花了我120美元！这是我迄今为止买得最贵的水果（更不用说它的味道了）。这西瓜必定很特殊，只是我根本就没有注意。从那以后，在日本餐馆点水果时我都非常小心。

我在欧洲许多国家作过演讲，没有碰到此类“西瓜意外”，但碰到过其他“意外”。大约在许多年以前的一个星期天的早晨，我从波士顿到达法国巴黎，在靠近巴黎圣母院的小酒店住下，因为当时太累了，想赶快洗漱和刮胡须。我打开水龙头，发现水龙头坏了，水突然喷了出来，关不住。可能因为那时法国的东西

设计得与众不同，而且也比较先进吧，焦急中我没有找到可以立刻关掉水的控制阀。因此，我跑下楼找登记处的工作人员帮忙。当水管工人到达时，我房间里已到处是水了。

还有一次意外发生在芬兰 Jyväskylá。几年前的一天早晨，我吃了早餐回来用钥匙开门进入我的房间，但钥匙却断了。我必须迅速带我的笔记本电脑去作大会特别演讲。我跑到登记台请求帮忙，但他们花了好长时间才打开我的房间，因为钥匙断在锁里面了。幸运的是，在大会特别演讲开始前我及时到达了。会议主席 Rolf Rannacher 教授一直在等，并非常焦急地迎接了我。

当然，在许多不同的地方演讲可以让我去许多国家观光，正如我一直想去世界各地旅游一样。毕竟，我在少年时期就喜欢旅游。在 20 世纪 60 年代初我就有了搭便车旅行的经验。

我尤其想去的国家是具有悠久传统和萌芽现代文明的中国。当然，新建的高楼大厦也具有纪念意义，我印象最深的是中国的一些现代酒店。中国还有许多值得观光、体验和学习的地方。这个国家的发展蒸蒸日上。

作为一名演讲的教育家，我尤其被人们学习和实

现目标的热情，以及他们传统的礼节所感动。

亚得公司总裁葛孝月先生给我和 Zorka 安排了一次中国之行。我们非常喜欢这次的中国之行。游玩中我们遇见了许多人，参观了许多地方，品尝了许多不同的美食。我非常喜欢给许多带着问题来的人作一些关于有限元分析的演讲。对于我们来说，在中国，几乎所有的事物都伴随着“许多”出现，我们甚至收到了“许多”礼物。

虽然旅游和观光的生活丰富多彩，但期间我也举办讲座，发表演讲。我非常感谢来自学术界和工程界的参加者来听我的演讲，他们喜欢与我分享他们的经验，为此我感到十分高兴。来自工程界和学术界的同行们所提的问题是非常不同的，对于我来说，可以从中获得很多经验。

参加许多会议和活动（有些活动还非常专业），令我十分欣慰。我获得了多所大学的荣誉博士称号，我感到无比自豪。

严格意义上讲，我于 1981 年获得的开普敦大学理学博士学位不算荣誉博士学位，但却是该大学授予的最高学位。自 1829 年开普敦大学成立以来，它很少授予这个学位。因此，对于我来说，理学博士就等同于荣誉博士。



1999 年我在德国的一次会议上演讲

这是一件我一生都不会忘记的事件。2003 年 10 月，因为我在计算工程方面的贡献，斯洛伐克日利纳大学和斯洛伐克科学院给我颁发了第一个荣誉博士学位。我沉浸在喜悦中，在重要日子来临之前几乎不能入睡。当仪式开始时，我的心情无比激动。

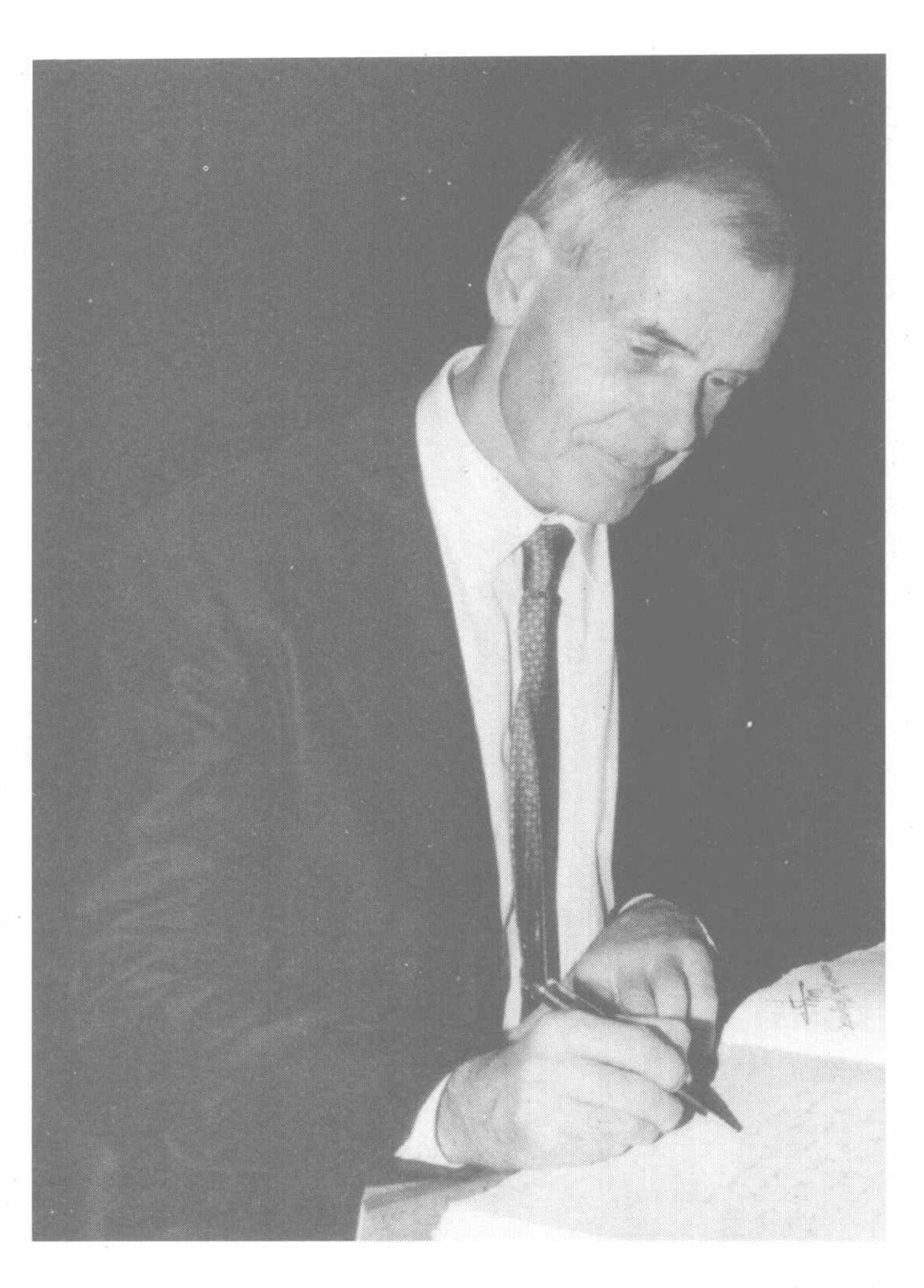
在不同的国家获得了荣誉博士学位，授予学位的仪式虽然各有不同，但都办得非常好。对于我来说，每次场面都很盛大。在所有的仪式上，大学校长都会致开幕词，接着，由计算工程系的同事介绍我的成就，

然后给我颁发学位证书，在此之后，由我作陈述报告。通常会播放一些能振奋精神或与颁发荣誉学位相关的欢快音乐来结束仪式。仪式一般要持续一到两个小时，此后，举行一场由相当多的人参加的盛大派对。

对于我来说，所有的荣誉博士学位都是同等重要的，我每次都觉得它们是我取得的第一个荣誉博士学位。

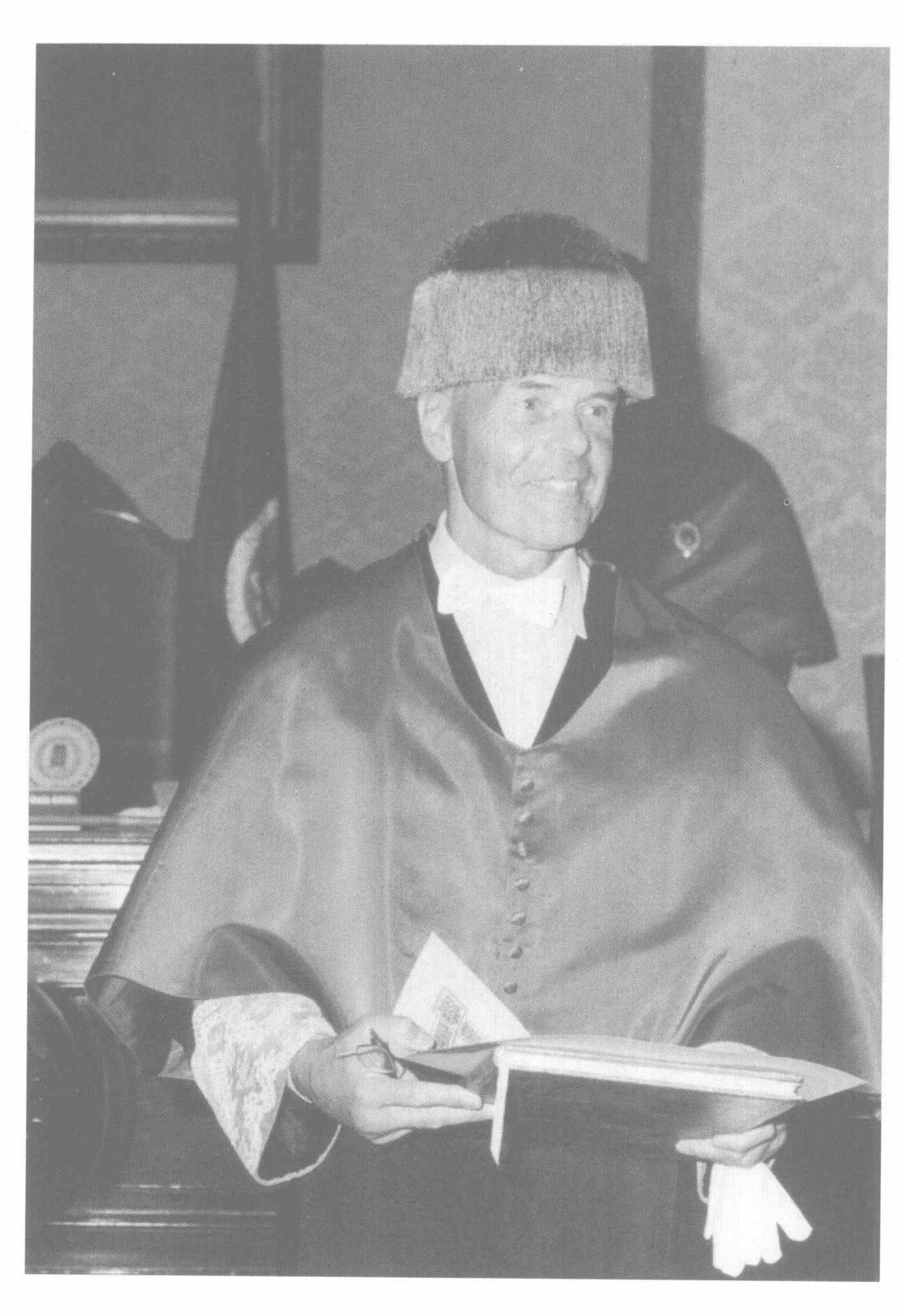
当然，达姆施塔特科技大学的荣誉博士学位非常特殊，因为它是在德国颁发的，并且达姆施塔特科技大学具有非凡的工程成就史。这次的仪式也很特殊，可以让我自己选择仪式的许多细节——仪式上播放什么音乐，晚宴吃些什么，甚至在晚宴之前是否喜欢吹奏管乐。我的大学朋友和同事真心希望我这一天能过得非常快乐，事实上，我真的很快乐！

波兰热如夫理工大学的荣誉博士学位颁发仪式也非常特殊，因为我与波兰的同事长期保持着良好关系。所以仪式结束后，我先后收到了大约 40 封来自波兰各地的大学的校长的祝贺信。在仪式上，许多大学的代表带了礼物和鲜花前来道贺！同事和朋友们的热情，来听讲座而不只是参加派对的学生们的热烈反应让我非常感动。因为礼堂里座无虚席，许多学生都席地而坐。



2003年我在热如夫理工大学签写留言册

西班牙大学的悠久历史和伟大荣誉，使马德里理工大学的荣誉博士学位颁发仪式变得非常特殊。从许多方面看，马德里是西班牙语的中心地区。学校的盛



2005 年我在马德里大学获得了荣誉博士学位

大仪式，场面非常壮观，具有西班牙传统风格。作为学位授予的一部分，学校授予我一枚戒指、一副白手套、一件长袍和一个专用博士帽。晚上，我们来到具有佛朗明戈风格的大餐馆，Zorka和我都非常喜欢这家餐馆，尽情享受这里的一切。

罗马尼亚布加勒斯特大学的荣誉博士学位是我的另一项殊荣。当我知道布加勒斯特大学的许多同事几十年来一直在他们的作品中，在学术界和工程界中，以及在除“特种装甲”以外的其他领域中引用我的书和计算机程序时，我感到非常惊讶。学位颁发仪式气势非凡。我永远不会忘记我作完演讲后播放的激动人心的音乐。Zorka经常公开评论说：“我希望你能拿到更多的荣誉博士学位，简直太棒了！”我想那种感觉真的好极了。

我在计算工程领域努力获得的每个学位都具有非凡的特殊意义。在我看来，科学家、工程师能获得的最高荣誉是科学、工程成就的荣誉博士学位。[①]

在这些活动中，我见到了许多老朋友，同时也结交了许多新朋友。我永远不会忘记Vlado Kompis、

① 这里我想强调，我提到的荣誉博士学位应该授予那些在工程和科学领域有杰出成就的人。

Udo Meissner、Leon Ziemanski、Enrique Alarcon 和 Mircea Ieremia 教授的努力。他们积极参与，并代表我发言。我也记得在达姆施塔特科技大学的荣誉博士学位颁发仪式和派对上，我的同事 Jan Wörner、Walter Wunderlich 和 Wilfried Krätzig 教授作的评论。我还回想起了在马德里大学的仪式上兴高采烈的 Francisco Montans 教授，他看起来简直和我一样高兴！

对于我来说，另一个非常重要的学术活动是德国科学理事会让我去参与他们最近启动的德国学术卓越创新计划。在该计划中，政府将拨大量研究基金来帮助德国大学根据世界最高标准开发出更优秀的计划。我相信这是一个伟大的计划，我非常乐意帮忙，因为我仍然非常关心德国。

我参与到工程界，主要是因为我早期开发了 SAP Ⅳ和 NONSAP，以及继续开发了 ADINA。当然，在最初开发 ADINA 期间，我还担任了许多公司的顾问。我可以轻松得到酬劳，但更重要的是我面临着巨大的工程挑战。这些挑战包含两方面的工程计算，从造价高昂的大坝、桥梁、发电厂到价格低廉的剃刀、夹子等机械制品。显然，在这些工程中遇到的难题对

我的研究产生了重大影响。

我认为，要推动计算工程研究向前发展，必须联合工程界和学术界，所以我到麻省理工学院之后不久组织了两年一次的小型麻省理工学院会议，会议主题是关于有限元分析的。第一次会议于 1977 年举行，最后一次会议于 1999 年举行，总共举行了 12 次。第三次到第十二次会议的论文发布在全球性杂志《计算机和结构》中。[①]

这些会议都开得很成功，所有演讲都非常精彩，每次大约 80 名参会者都怀着愉快的心情参加会议。

大约在 1999 年，麻省理工学院组织了多次大型会议。这些会议的愿景（任务）就是“联合工程界和学术界，培养该领域的年轻研究者”。

任务的第一部分是采纳我的意见，提出工程界和学术界必须联合起来，以推动该领域的发展。任务的第二部分表达了我对该领域的年轻研究者的敬意。我过去一直努力工作，而且有幸获得成功。我希望回报社会，尽力帮助一些年轻的研究者。所以，我大约在每两年的同一时间举行一次麻省理工学院计算流体及

---

① 克劳斯-佑庚・巴特，《非线性有限元分析与 ADINA》，第 12 届计算机与结构会议文集，Vol. 72，1999 年。

固体力学会议，就像自从1977年以来我在麻省理工学院举行和组织小型会议一样。这样的大型会议举行了3次，分别在2001年、2003年和2005年的6月。

这些大型会议有一项特别优待，就是每次受邀参加会议的约100名来自世界各地的年轻研究者的所有费用（包括机票费、住宿费和各种费用）均由大会承担。此外，任何学生都不用支付会议费，定期会议费很低，会议记录由Elsevier以清楚的排版格式公布出来。①

每次会议大约有800名参与者。虽然组织这些会议的工作量很大，但我乐在其中。这些会议对该领域作出了重大贡献，有效地帮助了一些年轻的研究者。实际上，我收到了许多热情友好、感人至深的信，都是对我举办这些活动表示感谢。

这3次会议主要由企业提供资助，每次大约有20家公司解囊赞助，我只是要费些唇舌说服这些公司。同时，我也拿出个人的积蓄资助这些会议。我很高兴这样做，目的就是帮助一些年轻研究者。

这些会议显然非常成功，而且也多亏我公司

---

① 克劳斯-佑庚·巴特，《计算流体和结构力学》，Elsevier，2001，2003，2005。

ADINA 研发的员工 Susan Cassidy 和 Victor Lee 通过细致的工作提供的有效帮助。同样，公司的 Jan Walczak 也和我一起讨论会议环节，给我提供意见。我非常珍惜组织这些会议的机会，也非常感谢麻省理工学院、工程界和学术界以及这个领域的同行给予我的所有支持。

虽然我投入了大量精力和热情组织麻省理工学院会议，并且获得了极大成功，但是由于竞争原因，美国一些该领域内有影响力的同行（当然都不是麻省理工学院的同事）反对这些活动。因此，会议并没有得到这些同行的支持，我也没有获得这些同行的帮助。我还曾希望他们将其名字与麻省理工学院会议联系起来，那样他们可能会支持或参加这项非同寻常的活动。我们进行过许多讨论，但内容有时缺乏创新。虽然有很多东西要讲，但是事情发生在最近，我还没有确定的想法，几年后，当我有一个固定的想法时，我可能会就这方面多谈一些。

尽管如此，我还是非常高兴这些会议获得了极大的成功。但是，为了缓解这种状况，我决定在不要企业赞助的前提下，举行下一次小型的麻省理工学院会议，将讨论重点放在专题上。

第四次会议已于 2007 年 6 月举行。[1] 因为没有企业赞助，所以这次会议规模要小得多，会议重点是流固耦合这个专题。我从许多同事那里听说，这次小型会议是最活跃、最愉快的一次活动。

我另一项最重要的工作，是担任《计算机和结构》杂志的联合主编。在进行大量工作的同时，我相信为学术界与工程界提供这种专业服务非常重要。基于此，我从该活动中获得了极大的乐趣。我与联合主编 Barry Topping 教授合作得非常好，最近几年，我们改进和加强了该杂志。“结构”这个词现在广义上的解释包括固体、流体和多物理场。

---

① 克劳斯—佑庚·巴特，《计算流体和结构力学》，Elsevier，2007，计算机与结构特刊，2007。

# 第7章 ADINA蓬勃发展

我是一名学者，热心于教学和研究工作。但就像我前面提到的，我也希望自己的工作能与实际工程紧密结合，从实际中学习并把我的研究成果应用于实际。实现这一目标的理想途径就是成立一个公司，开发有限元软件。在伯克利大学的最后一年，我开始利用自己的业余时间开发有限元程序 ADINA。后来在麻省理工学院当教授的时候，我主要利用周末的时间，用 Control Data 公司的计算机编写 ADINA。Control Data 公司允许我免费使用他们的计算机编写 ADINA，目的仅仅是为了使我编写的程序能够在他们的系统上运行。尽管我经常工作到很晚，但 Zorka 对此很少

抱怨。

在那个时代，Control Data公司的计算机由于其易用性和高效性在科学计算领域被广泛的应用。但是在麻省理工学院，却用了一台大型IBM计算机。因此我不得不花费很多精力把编写好的ADINA程序移植到IBM的32位系统上。直到现在我还记得，在寒冷的冬季，我冒着阵阵寒风，手里拿着一箱箱装有ADINA的碟片来往于麻省理工学院的计算中心。在麻省理工学院附近有一个小的计算中心，那里的计算机可以连接到Control Data公司的计算机上，我偶尔也去那里编写ADINA。但是这个计算中心只能在正常工作时间使用，而大部分的工作时间我都不得不在麻省理工学院忙于教学和科研工作。

我很快意识到，为了推动ADINA的进一步发展，我需要成立一个公司。麻省理工学院支持这一想法，我当时的部门领导Herb Richardson教授甚至积极促成我的公司。当然，我不希望会因此与麻省理工学院产生利益上的冲突。在那个时候，很多公司都在使用我提供的ADINA程序，作为回报，他们给我在麻省理工学院的研究工作提供资金支持。因此当时ADINA已经有了一定的名气，也有了一定的用户基

础。当我发现在瑞典有人试图基于当时的 ADINA 代码进一步发展 ADINA 时，我认为为了使 ADINA 以后能够很好地发展壮大，必须保证它的统一性，由一个统一的组织来开发 ADINA。这进一步促使我马上成立 ADINA R&D 公司，并且使 ADINA 的版权归属于本公司。

## 7.1 建立 ADINA R&D 公司

我是在 1986 年 9 月 3 日成立 ADINA R&D 公司的。自从公司成立之初，我的妻子 Zorka 就一直担任公司的总经理和财务主管，而我从没有从事过公司的行政管理工作。我所喜欢的工作是做程序开发的技术总监，直到现在我依然担任这一职务。这样我就可以把几乎所有的精力都放在程序开发的技术工作上，从很久以前开始，这就一直是我的梦想。

最初，我们只有很少的雇员：Jian Dong 是麻省理工学院的毕业生；Jan Walczak 博士是前富布莱特法案基金会成员，他在我的麻省理工学院的研究小组工作过一年；Susan Marshall 结婚后改名为 Susan

Cassidy。这些雇员现在依然在 ADINA R&D 公司，他们在公司工作的时间已经超过了 20 年。我们最初的员工与公司一同发展，而且很快就有新的工程师加入，其中有些是我以前的学生。我们所有人都对公司促进 ADINA 的平稳快速发展抱有很大兴趣，而且都认为公司提供了很好的工作环境，并愿意长期在这里工作。

我们一直都在增加雇员，但是与其他美国公司相比，速度是比较慢的，直到现在大约有 20 名雇员。我认为公司不能负债经营，而且我们也从没有这样做过。每一年公司都能够挣到足够的钱用于支付各种费用，事实上我们从没有因为资金问题解雇过任何雇员，从没有进行过贷款或者寻求投资。

为了确保不与麻省理工学院有任何利益冲突，公司从没有雇用过在读的麻省理工学院学生，也不让任何一个麻省理工学院的在读学生为公司做事。事实上，我竭尽所能保证不与麻省理工学院发生任何利益冲突。公司和麻省理工学院之间有很明确的界限，公司不使用麻省理工学院的任何设备和人力，然而事实上麻省理工学院却可以从我们公司得到免费使用 ADINA 和技术支持等好处。

## 7.2 竞争中的一家小公司

作为一家小公司，我们可以为那些愿意从事有限元算法研究和应用的雇员提供很好的机会。小公司必须是灵活和充满活力的，这样才能在激烈的竞争中立于不败之地，否则那些大公司就会凭借自己在市场和研发方面的资金优势轻易击败我们。

我与自己的学生和同事合作写了很多有关有限元算法方面的论文，并且乐此不疲。现在我把主要的精力放在发表能够广泛应用的高效新颖的有限元技术论文上。我希望这些新技术被应用于商业有限元程序中以实现它们的价值。也就是说，这些应用了新技术的有限元软件，相对于其他有限元软件，可以更好地解决复杂的工程问题。然而，发表关于有限元新技术的论文与实际应用这些新技术编写有限元软件，并把软件应用于实际工程计算还是有很大区别的。就像我亲密的同事 Jan Walczak 常说的那样："论文是宽大仁慈的，但我们的用户不是。"我们必须认真地致力于发展那些真正能够增强 ADINA 功能的新技术。我们的

"基本理念"是发展高效可靠的算法，很显然，一流的工程计算工具应该有很高的可靠性。

当然，所有ADINA中用到的技术都是高效可靠的。我们希望，我们采用的技术比我们的竞争对手所采用的技术效率更高且更可靠，当然这是一个需要些时间来达到的目标。在ADINA中我们经常给出新颖的、独特的算法，这些方法可以让用户解决一些其他有限元软件无法解决的工程问题，节省计算时间。ADINA可能是第一个可以解决复杂接触问题的有限元软件，这和其他一些新技术一起，使ADINA成为一个独特的、有吸引力的分析工具。实际上，在今天的有限元分析中，稳定、准确的接触算法依然是很重要的。

在很多年前我们就预见到一个重要的发展趋势，就是利用有限元方法精确地求解流固耦合问题，其中还可能包括热的因素。例如，分析恶劣天气对飞机的影响、计算高风速对悬索桥的影响、模拟血液在动脉中的流动等等这些问题。基于这一预见，我们公司从20年前就开始开发流固耦合求解技术了，开发工作基于ADINA的"基本理念"——高效和可靠，开发过程严谨且有序。现在ADINA被认为是流固耦合分析

的领导者，我们为自己取得的成就感到自豪。当然，我们公司现在还在结构单场分析和流体单场分析中占有很大市场份额，并在这些领域积极与那些大公司竞争。目前 ADINA 的用户增长很快，我们期望在未来的几年里会更快。

毫无疑问，ADINA 的开发工作促进了我在麻省理工学院的教学和研究工作。现在我不会再仅仅满足于写有限元技术方面的论文和书籍，而不把这种技术应用于工程实际，并在实践中进行检验。实际上，我很自信地认为 ADINA 的开发工作使我成为一个更好的教师和研究者，这同时也归功于 ADINA 公司的那些同事的天赋以及他们在 Jan Walczak、Ted Sussman、Hou Zhang、Lay Tan、和 Nagi Elabbasi 领导下进行的工作。我们在发展最好的有限元分析工具方面所做的努力，使我们不断进步。

因为我们的程序可以求解实际工程中的接触、大变形这些强非线性问题，所以很多其他公司都在采用我们的源代码。ANSYS 公司现在是一个市值 20 亿美元的公司，10 年前 ANSYS 公司的创始人 John Swanson 和我一起乘他的车去吃午饭，他在车中对我说："你看到我车后座上放着的你的书了吗？我走到哪

里都带着它们，一旦有时间我就会阅读和学习。”他非常坦率地告诉我，很多 ANSYS 中用到的技术都是基于我的研究成果的，对此我感到非常高兴。尽管他的公司是我们的一个非常有力的竞争对手，我们之间却有着很深厚的友谊。他的事业做得非常出色，ANSYS 现在早已成为一个主要的有限元分析工具，ANSYS 使用我的研究成果使我很自豪。

## 7.3 工程计算极大地丰富了我们的生活

长久以来，无数工程师为人类生活条件的改善作出了贡献。现在我们正在体验的生活，如果没有大量工程师的贡献是无法想象的，例如汽车、飞机、桥梁、电话、电视机、空调系统以及医学设备。工程成果的光辉由人类登上月球这样的事件更加得到了印证！因此，长期以来，工程师们都极大地改变了我们的生活。

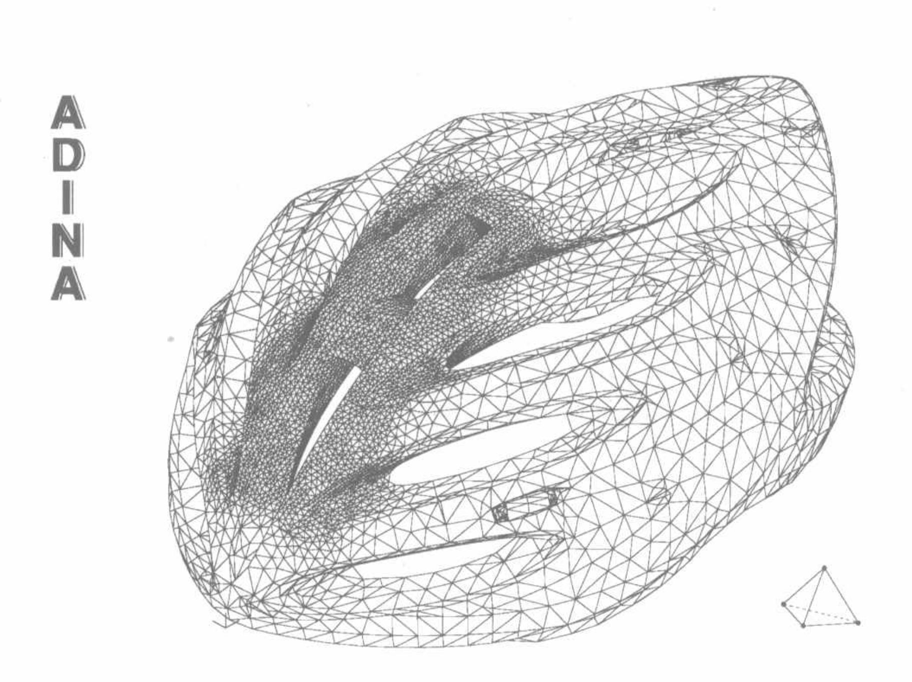
相对年轻的科学领域“工程计算”是通过执行计算机上的数值方法程序来解决工程和科学领域的问题。现在工程计算可实现固体、结构和流体力学学科问题的计算，称之为“计算固体和流体力学”、电磁场计

算、等离子物理优化。工程计算一个重要部分是“有限元分析”，实际上，通常这个概念就等同于“工程计算”。工程计算是计算机辅助工程（CAE）的一部分，CAE 和计算机辅助设计——CAD 是同时被使用的技术。工程计算采用的方法和程序在工程和科学界被广泛使用，它已经给现代工程带来很大的影响，丰富了我们的生活。我相信通过有限元分析，广泛采用类似于 ADINA 这样的软件必然会为未来的工程和科学界作出更多的贡献。

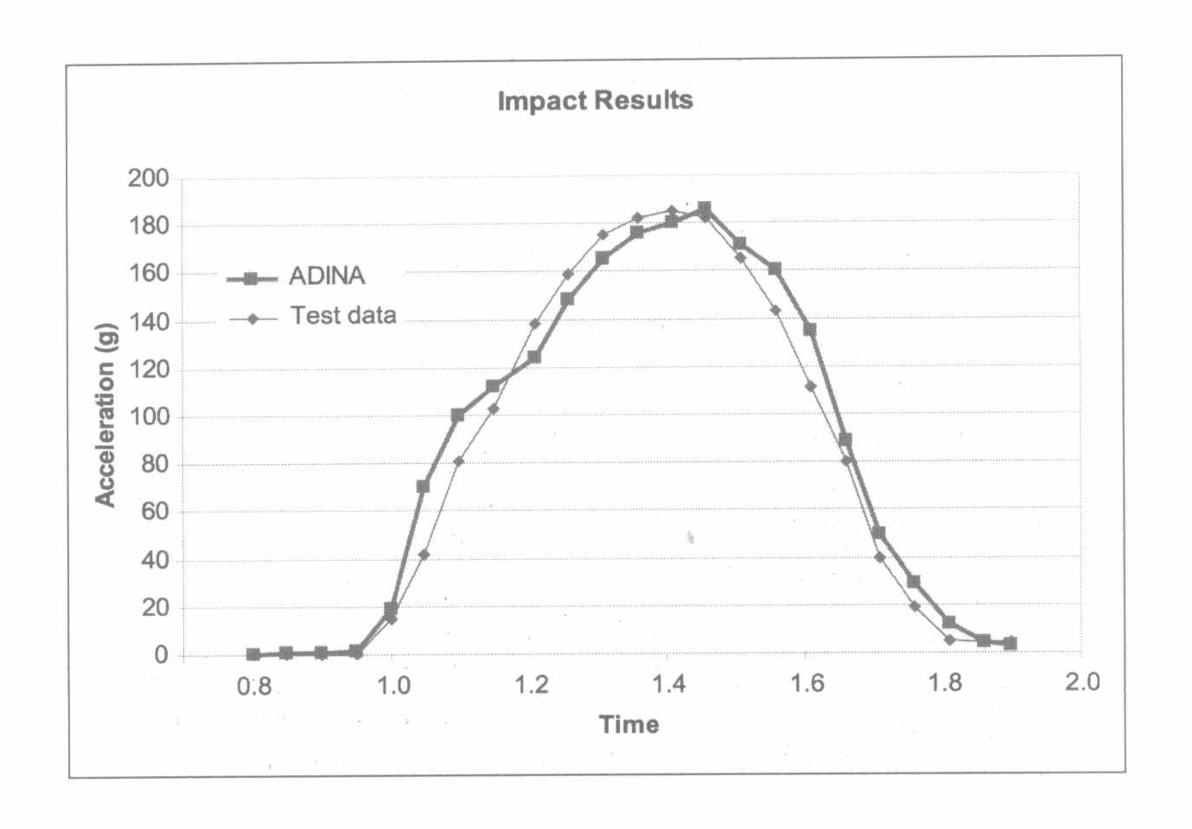
日常生活中，我们可以发现大量工程计算的结果，在我们的工作中，在我们感兴趣的事务中，在我们的日常活动中。就像后面谈到的，我们在自行车运动中用到的 helmet 运动头盔、驾驶的汽车、广泛使用的移动电话，所有这些物品的设计过程中都使用过工程计算。实际上，这些物品的质量和安全性在很大程度上依赖于工程师进行的工程计算。




自行车的安全头盔 helmet




采用四面体单元建立的有限元模型



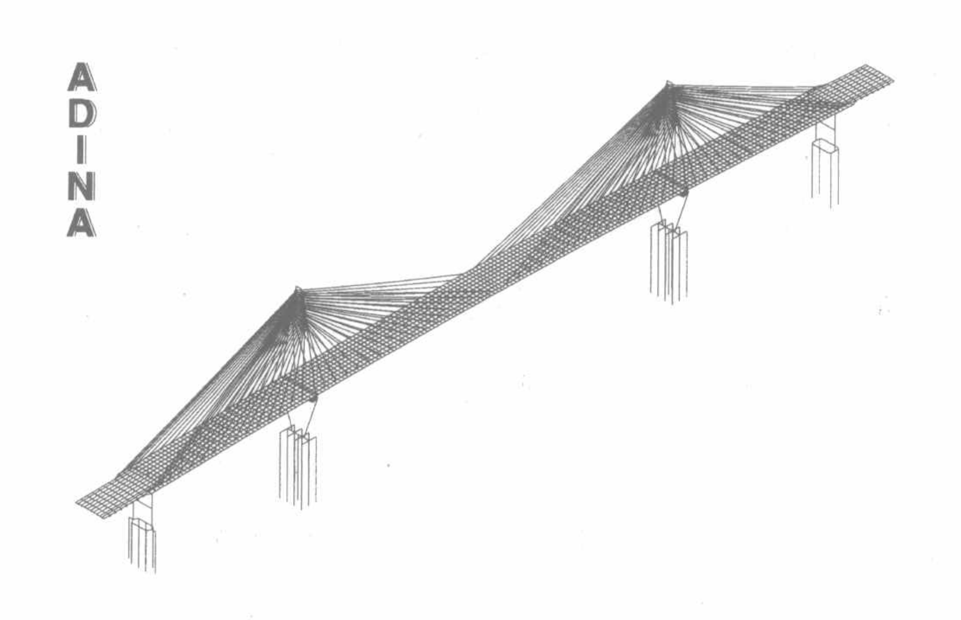

ADINA 计算得到的加速度曲线和测试曲线（g=重力加速度）

今天，任何先进工程零件如果不采用有限元方法进行设计都是不可想象的，只有通过优化设计才能确保产品安全性和降低成本。在飞机、大型桥梁、汽车、电厂和高大建筑工程项目中，有限元分析用来模拟结构在常规载荷作用下的响应、在突发事故中的表现，更重要的是，我们要用有限元来预测结构的未来。

这些预言性工作使得工程师能够实现结构的创新设计，安全并更加经济，同时由于需要更少的物理测试试验，使得设计周期更短。



美国南加州铜河大桥




铜河大桥的地震响应计算模型

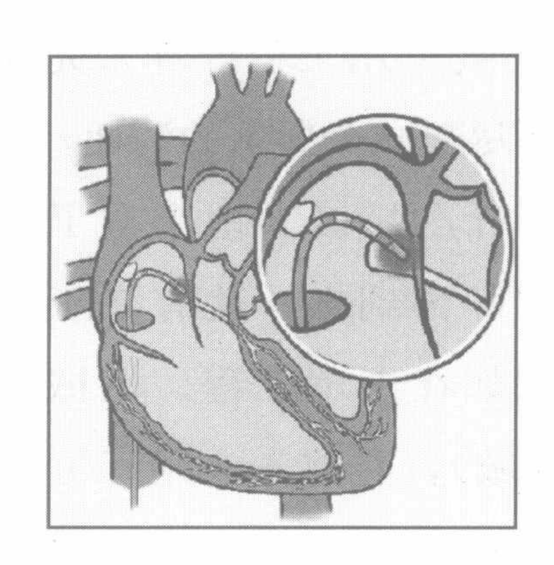
然而，从表面上看，一些不需要提供先进技术的产

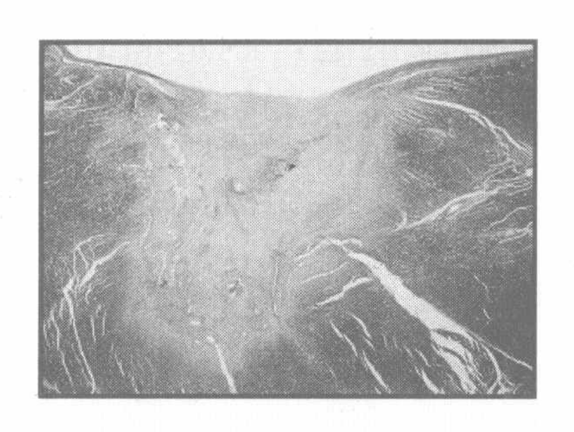
品，就像钢笔，制造者也同样需要采用工程计算来完成设计，在保证书写质量的前提下尽量减少墨水的消耗。

显然，采用工程计算来设计产品极大地丰富了我们的生活。然而，更大的丰富即将到来，这有待于有限元方法更加广泛的使用（例如在土木工程、机械工程、地震和航空航天工程等领域），有待于有限元方法深刻介入到那些还没有或者还不充分应用的工程和科学领域。

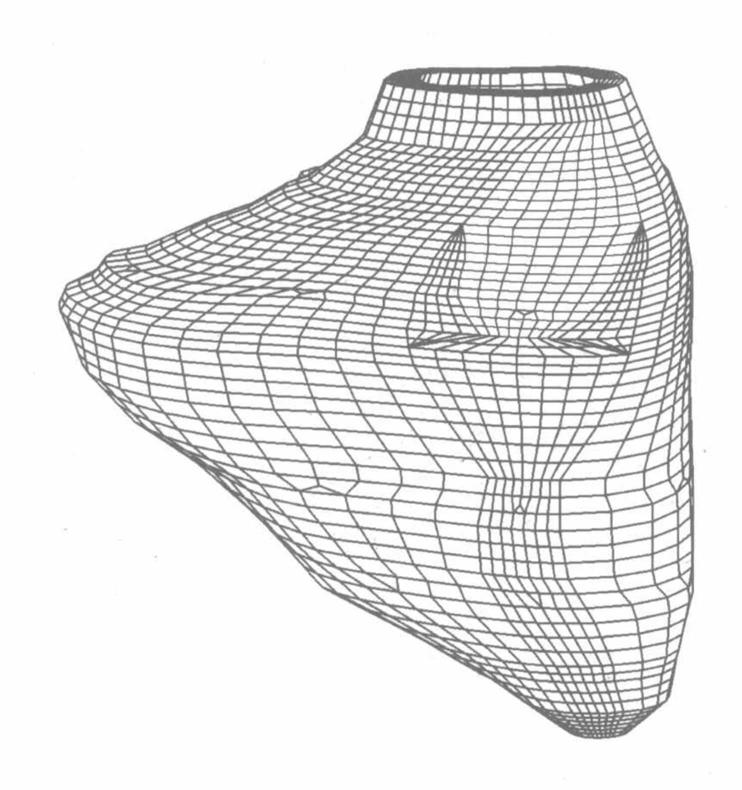
举例说明，让我们来看看医学和生物工程领域，在这里，有限元方法正在获得前所未有的应用。当前采用有限元方法设计药物和使这些药物在人体中完成有效输送是极具价值的。类似的问题还包括人体器官功能的研究（以及用药物医治病患器官，比如肺或心脏）；人工器官或者其他植入器官的研究；对蛋白质力学性能的研究；用有限元方法作为医疗器械性能的预测工具。这些应用刚刚开始，然而其获得效益的潜力是不可估量的。

当药物被服用后，药物在人体中的吸收和输送是非常关键的。药物作用的快或慢，用药方式是否适当等，都能通过用有限元方法研究药物在人体中的吸收和扩散现象来了解。






人体心脏的病变瘢切除
（插入电极烧蚀病变瘢）



心脏仿真的有限元模型

我们的身体是自然界最复杂的设计。利用有限元方法，我们可以深入了解身体各个部分的功能。例如，

有关生物工程中心脏和动脉的有限元模型已经着重地被建立和分析，这些有限元模型对应着特定患者，用来研究其器官功能，也包括假定的畸形，如动脉中的动脉瘤。

人工器官和医学器械目前广泛地应用于帮助患者获得更好的生活。有限元方法在这些产品的设计方面起着重要作用。

工程计算在医学领域发展的最大回报是外科手术中将会使用有限元方法。在外科手术中经常遇到这样的问题："在这里或者那里切口后，将发生什么?"工程计算工具将提供快速预测的答案。这样的工具最初可大量应用于外科实践中，但相信总有一天，可用于实际的外科手术中。

至于其他兴起行业，工程计算很可能在新能源和替代能源领域发挥越来越重要的作用，其中包括地热、风能和太阳能，以及相应装备的设计，如风动涡轮。有限元方法将被用于预测结构的未来、设计研究和关键工程问题的理解。

有限元方法还可用于地球气候变化的研究，如冰河的融化和萎缩、冰帽的减薄以及由于海平面上升导致的海岸侵蚀问题。自然地，反效应问题，如冰冻问

题也可以进行研究。

在以上领域，有限元方法将被使用，而且将更加广泛地被使用，我们称之为“巨观系统”，也就是尺寸大到人类肉眼能够看到的系统。有限元方法还有一些新兴的应用在“微观系统”，也就是尺寸很小必须依靠显微镜才能观察到的一些系统。例如，用有限元方法来模拟材料晶粒结构、新材料设计。更进一步，在更小的尺寸，即传统上由分子动力学理论进行分析的问题，如蛋白质力学性能，若有限元方法与分子动力学方法联合，能实现更加复杂的模拟。

因此，有限元方法的应用未来不但可以从传统应用领域获得拓展，像土木工程、航空航天、机械和电子工程中的结构和装备设计，而且还将应用于新兴领域，如医学、生物工程和新能源开发。

ADINA 系统或者类似的其他程序的应用，预期将获得更辉煌的未来。但是，同时也会涉及更加复杂的问题，如包括多尺度、多物理场模拟的新问题方面，有限元方法需要接受很多挑战。当然，有限元方法非常乐于接受这些挑战，这是使有限元方法研究和开发工作保持活力和进步的动力——并会使有限元方法在未来长期保持进步。

# 第8章　我追求持久的贡献

正如我已经描述过的，在高中时代，我就非常崇拜贝多芬。在我看来，他不仅仅是一个天才，他给我们生活带来的变化更是无法用语言表达的。

历史上有很多天才，他们为社会作出了很大贡献，但是我尤其被贝多芬的一生所感动。他致力于创作自己的音乐，不断地修改直到自己满意为止。他确实是这样做的，这么多年以来的坚持正是出于对音乐的热爱。

我们中有很多人想要为社会作出突出而又持久的贡献，丰富我们的生活，然而很多人，和我一样，只有一点才能。但是除了才能，我们对工作的热情也十

分重要。我非常热爱我的工作，所以我认为我可以为社会作出一些贡献。

当我们为了作出贡献而奋斗的时候，并不是只有最终的结果有价值，我们取得这个结果的过程也是非常有意义的。

高中时代，我到很远的地方旅行，有很不凡的经历，见识了地球上很多奇妙的事情，我开始相信“Higher Hand”，或者说是上帝的存在，他指引着世界的发展。确切地说，其实是我和家人每个月要去两次新教教堂，会对我有一些影响。这一直是我的信仰，尽管我不会去想太多。这只是我的内心感受并且一直没有改变。以后，如果有了更多思考的时间，我会对上帝和我所认为的上帝思考得更深一些。

然而，基于信仰，我会给我的生活制定一个准则。我想做一个“世界的好公民”，也就是一个“好”人，具有“好”所代表的所有品质并且能为社会作出一些小小的贡献。这些年来，我去了很多教堂，不断重复着我的誓言，请求上帝帮助我完成我的目标。其实我没有必要非去教堂祈祷，每当我处在一个美好的环境中，比如在非常漂亮的海滩上或者在山上滑雪的时候，我都会默默地向上帝祈祷。我一直很珍惜我可以感谢

上帝并且向上帝寻求帮助的每一个机会。

我的目标是可以在我的专业上作出一些贡献，来丰富我的人生，这些贡献可以让我为之自豪，也可以让与我工作过的人们引以为荣。然而，我的目标太高了，特别是我从不对工作质量有所妥协，达到标准完全无法满足我对自己的要求。重要的一点是我们需要按我们自己的期望和标准寻找快乐。我为我所取得的成绩感到高兴，这种感觉非常奇妙，不过我也希望我能有相当多的时间去取得更多的成果。

我在专业上的成就是伴随着计算机软件 SAP Ⅳ和 NONSAP 的发展开始的。我尤其感到骄傲的是我早期的研究成果广泛地应用于了这些计算机软件中。这些软件帮助很多人在研究、教育和工程等领域实现了自己的目标①。

我对自己写的三本教科书也非常自豪。这 3 本书以及 SAP Ⅳ、NONSAP 和 ADINA 软件有很多工程



---

① 克劳斯－佑庚·巴特、E. L. Wilson、F. E. Peterson，《SAP Ⅳ——针对线性问题静力和动力响应的结构分析软件》，地震工程研究中心，No. 73－11 报告，土木工程学院，加利福尼亚大学，伯克利，1973 年 6 月，1974 年 4 月修订。

克劳斯－佑庚·巴特、E. L. Wilson、R. Iding，《NONSAP——针对非线性问题静力和动力响应的结构分析软件》，UCSES、M74－3，土木工程学院，加利福尼亚大学，伯克利，1974 年 5 月。

师和科学家使用[1]。

我和我的学生和同事一起发表的论文和出版的书籍让我有了很大的成就感。我们发表过的很多有限元程序现在广泛应用于 ADINA 和其他常用的商业计算机软件中。

这些程序包括用于频域计算的子空间迭代法、非线性分析算法、壳单元、非弹性的分析程序、接触求解技术、非线性动力计算方法、流体单元、流固耦合迭代方法。Jan Walczak 和 Joe Tedesco 在为我 60 岁生日特别制作的书中提及很多我的贡献，我非常感谢他们送的这个礼物[2]。我们开发的程序广泛应用于工程设计的模拟，研究并解决了很多力学方面的问题。我相信，很多程序还会继续使用很多年。

ADINA 软件的发展是非常特殊的。ADINA 可以用于结构、流体和流固耦合分析。这个软件通过 ADINA R&D 公司及其商业伙伴在世界范围内销售。另外，ADINA 的一部分功能，高级非线性分析模块，

---

① 克劳斯－佑庚・巴特、E. L. Wilson，《有限元分析中的数值方法》，Prentice－Hall，1976 年。

克劳斯－佑庚・巴特，《工程分析中的有限元方法》，Prentice－Hall，1982 年。

克劳斯－佑庚・巴特，《有限元方法》，Prentice－Hall，1996 年。

② J. W. Tedesco、J. Walczak，计算机与结构，Vol. 81，2003。

Sol 601/701，作为广泛应用的 NX NASTRAN 软件的一个功能，由西门子公司发行。[1]

值得注意的是我们的小公司可以发展具备各种能力，甚至可以和比我们规模大 10 倍的公司去竞争。在 ADINA 中使用并证明了的技术不断地促进有限元技术在工程和学术界的应用。当然，ADINA 软件会不断地发展，我也希望其在未来很多年里仍然能够作出一些贡献。



① 实际上，ADINA R&D 公司和 UGS 签订了一份协议，UGS 将把 ADINA 的一部分放入它的 NXNASTRAN 中成为一个非线性结构分析模块；然后 UGS 被西门子公司收购了。非常巧的是，我从 20 世纪 70 年代起就在西门子做关于 SAP Ⅳ、NONSAP 和 ADINA 的演讲，现在西门子在世界范围内推广着 ADINA 的技术。

# 第9章　结束——几点想法



我写这本书的目的是以回忆的方式讲述我的人生故事，等我再年迈一些可能很多事就记不清了。这本书中讲述了我的成长过程和我作为一名工程师在专业领域中的发展。我一直有一个梦想，就是在我能力范围内让人生丰富多彩——我的人生和别人的人生。不过我也有一些重要的想法要写在这本书中。

我常常会问自己一个问题："怎样能让我们星球上人们的生活真正得到改善呢?"想象中，地球上所有的人都应该很快乐，或者说至少比现在要快乐。这对于我们来说是一个有待解决的很重要的问题。

我相信要达到这个目标的基本要求是坚持人与人

之间的真诚、尊敬、容忍和同情。诚实的要求是最基本的。不过对我们来说，要在富有同情心的基础上再能做到互相尊敬和容忍就有些困难了。

关于人们应该如何生存有着很多不同的观点。我们要允许人们以他们自己的方式，比如宗教信仰、传统、工作习惯等，去追求他们的目标和快乐，不要区分他们的种族和性别。我们要尊重所有的人并且接受他们不同的生活方式，当然，这就意味着不应该去约束他人的生活。

美国是一个很适合生活、居住的国家，这有很多原因，最重要的原因是这个国家中的自由、容忍和机遇。正是因为这些性质，我发现美国的生活非常吸引人。然而不幸的是，最近几年，对别人容忍这一条它并没有做好，在对越南制造了灾难之后，又发动了对伊拉克的战争，完全背离了美国一贯提倡的目标。在战争中美国并没有传递和平、容忍和理解，而是给伊拉克的众多民众造成了苦难。最近几年美国的政治行为非常令人失望。政府没有远见，并且高傲自大，有侵略性。但是人们至今仍然不清楚为什么会有这些事情发生。我从一开始就反对对伊拉克的战争，这是一个非常明智的结论。

然而，考虑到当前进退两难的处境，美国还有一样非常有价值的资产。也就是说，如果一个“政治目的”没有达到，也就代表它是错的，美国民众会利用他们自由的权利很快去改正它。我非常希望它能改变，首先要变成正确的。这种自由的性质是一种很奇妙的资产，它能够给一个国家巨大的力量。因此我相信美国很快就会在政治上和对世界其他国家的态度上再次找到一条更好的道路，能思考更多，更能适应新的环境，更加容忍。美国不应该也不能给地球上每一个国家都强加他的价值观和生活方式。

在每一个民主国家，都会有我们想要看到的进步。有一项制度我希望能很快被废除，也就是死刑制度，现在仍在很多国家实行。我认为任何形式的死刑都是错误的、野蛮的。在很多情况下，被处死的人都是在痛苦的环境下长大的。这个人可能是疯狂的或病态的个体，社会作为一个整体和这个个体的家庭也是有责任的。死刑没有让我们的生活更丰富，而是起到了相反的作用。死刑不应该在文明社会施行，应该像欧洲一样，不允许死刑。

总之，我非常感谢美国所给予我的一切。通过坚定决心、努力工作和一点运气，我有了现在的成绩，

并且会尝试取得更多的成绩。在美国似乎没有限制一个人可以取得多大的成就，只要他肯努力地工作，再加上一点运气。这一点运气很大程度上来自于工作的努力。当然，才能和专注也是成功所必需的。

我在美国生活得很开心，有时会想成为美国公民。这对于在美国很愉快地生活很多年，并且在学术界和工程界有很多关系的人来说应该是很自然的一步。但是根据德国的法律，要求成为美国公民就必须放弃德国的公民身份，这是我不能接受的。我经常会为我是德国人感到自豪，尽管我对在我出生前和婴儿时期发生的那场战争感到悲哀，但我会为德国几百年来在文化、科学和工程上的许多贡献感到骄傲。无论我能为丰富我们的生活所作的贡献多有限，我都愿意以一个德国人的身份去做，也是因为德国曾经在战争中做出的伤害。我会为我仍然是一名德国公民感到高兴，尽管这意味着我不能获得某些荣誉，很明显的就是我不能成为美国国家学会的一员（也不允许作为外国成员加入，因为那样的话就要求居住在德国）。在 20 世界 90 年代早期，我知道美国加州伯克利大学的 Wilson 教授、麻省理工学院的 Steve Crandall 和前美国国家工程学会的主席Hal Liebowitz想授予我这个荣誉并吸

收我为会员，对此我非常感谢。现在，美国的政策对于想既保留德国国籍同时也成为美国公民好像更容易一些了。但是由于近年来我频繁地国际旅行和全世界性的参与，我已经觉得我更像一个欧洲人，而不是美国人。

我在前面已经讲过了我在南非（后来称作西南非，现在叫纳米比亚）的经历。离开那里以后，我有 20 年没到过开普敦，40 年没再到纳米比亚了！最近，在 2007 年的 2 月份，Zorka 和我去了开普敦和纳米比亚。

这是一次让人惊奇的旅行。开普敦是一个非常棒的城市，我们喜欢这里的人们，这里的街道，所有我们呆过的地方。我们去了很多我非常想去的地方，包括 Rondebosch（一个小教堂，以前我常去，现在依然还在那里），开普敦大学，Bishopscourt——我好朋友 Hamich 住的地方，Kirstenbosch 公园，Muizenberg 的印度洋——我 40 年前曾经在那游过泳。在开普敦大学，我第一次见到了克劳斯-佑庚·巴特开普敦大学奖学金资助的学生。

我对南非未来的人民，尤其是黑色人种的供给抱有乐观的态度。白人、黑人和有色人种似乎都已经意识到他们应该互相依靠来推动国家的进步。我希望他

们能始终坚持这一点，即使前总统 Nelson Mandela 已经去世。他显然是新南非的创立者，他的人格和伟大的贡献会赢得世人的尊敬。

我们也非常喜欢纳米比亚。我们在 Windhoek 停留了一段时间，去 Etosha Pan 旅行，然后去了 Gobabis 南部，看望 Alabama 农场里的亲戚。我已经有 40 多年没有见到 Lutti 叔叔的儿子Claus Franzius，以及从未见过面的他的妻子 Gudrun。这次旅行非常特别。

过了 40 年，这个农场仍然是一个很棒的地方，但是已经改变了很多。照看的动物数量已经减少了很多；农场的活动不再那么丰富，仅仅是保存了一些有用的东西。主要是因为可能会发生一些不确定的事情。在邻国 Zimbabwe，总统 Robert Mugabe 已经从白人农场主手中拿走了土地，国家的经济条件非常困难。人们有一种潜在的恐惧，担心这种事情也会在纳米比亚发生。让我们惊讶的是，我们在 Windhoek 看到了 Robert Mugabe 大道。纳米比亚必须意识到白人和黑人彼此需要，而且黑人不同部落的后代，不应自相残杀！

我深深地保留了在南非和纳米比亚的记忆，我希

望这两个非洲国家能发展得很好。

回想起来，我经历了一个传奇的人生，这本书里呈现的主要事件集中在我的职业生涯中。然而，更重要的是，我有一个美满的家庭，Zorka 和我的两个孩子 Ingrid 和 Marki，我希望我们可以健康地生活在一起很多年，和我们其他的家庭成员、朋友和同事分享我们的生活。

# 后　记

就像我在前言中提到的，我非常希望趁现在还不是很老，还能记得住所有的事情和人名的时候来写这本自传。然而写这本书并不意味着我会很快退休，我认为自己目前精力仍很充沛，依然可以努力工作。实际上过几年我可能会再给这本书增加新的内容，包括最近发生的一些事情的细节和关于这些事情的想法，以及一些将会发生的事情。另外，我将会充实第 9 章关于我的几点想法的内容，包括关于人生经验与教训的思考、关于在大学教学和研究工作的思考、关于商业竞争的思考、关于理论研究和工程实践的思考以及关于我对于技术在社会中的作用的看法和我对于上帝

的信仰。所有这些都是“丰富人生”的内容。然而，所有这些想法都涉及我依然在发展的深邃的思想，我只能等到它们完全成熟时才能写出来。